



CE QUE SAVAIENT LES CIVILISATIONS DISPARUES



MAYAS
Les maîtres
du temps p. 16



ÉGYPTIENS
Les médecins
de Pharaon p. 32



INCAS
Les bâtisseurs
de l'extrême p. 58



KHMERS
Les architectes
de l'eau p. 50



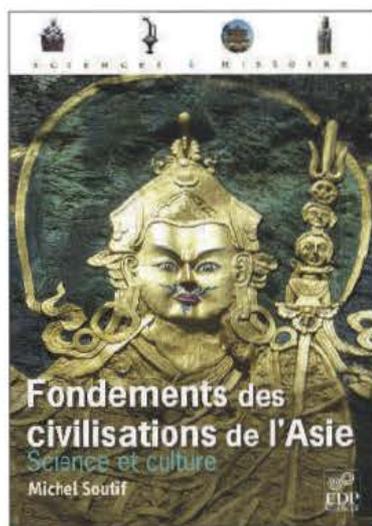


▶ **COMMENT RECONSTITUER LA PRÉHISTOIRE ?**
Romain Pigeaud
17 € - 978-2-86883-921-3

▶ **RENCONTRE DE LA SCIENCE ET DE L'ART**
Jeannine Yon-Kahn
27 € - 978-2-7598-0486-3



Explorez de nouveaux mondes



▶ **FONDEMENTS DES CIVILISATIONS DE L'ASIE**
Michel Soutif
40.00 € - 978-2-7598-0362-0

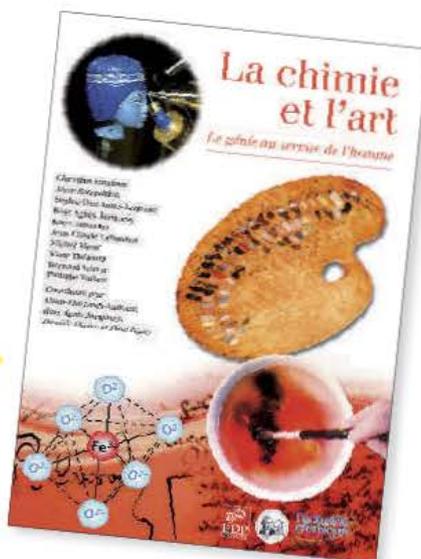
- 5 %
+ frais de port offerts
avec le code :
SCIAV2014

Offre valable jusqu'au 28 février 2014



▶ **CAFÉ, CRÈME, SAVON ET CIE**
LES GESTES QUOTIDIENS DE NOS ANCÊTRES
Muriel Chiron-Charrier
12 € - 978-2-7598-0707-9

▶ **LA CHIMIE ET L'ART**
Collectif
25 € - 978-2-7598-0527-3



33, rue Vivienne 75083 Paris cedex 02
Tél. : 01.55.35.56.00.
Fax : 01.55.35.56.04.
redaction@sciencesetavenir.fr

Directrice de la rédaction

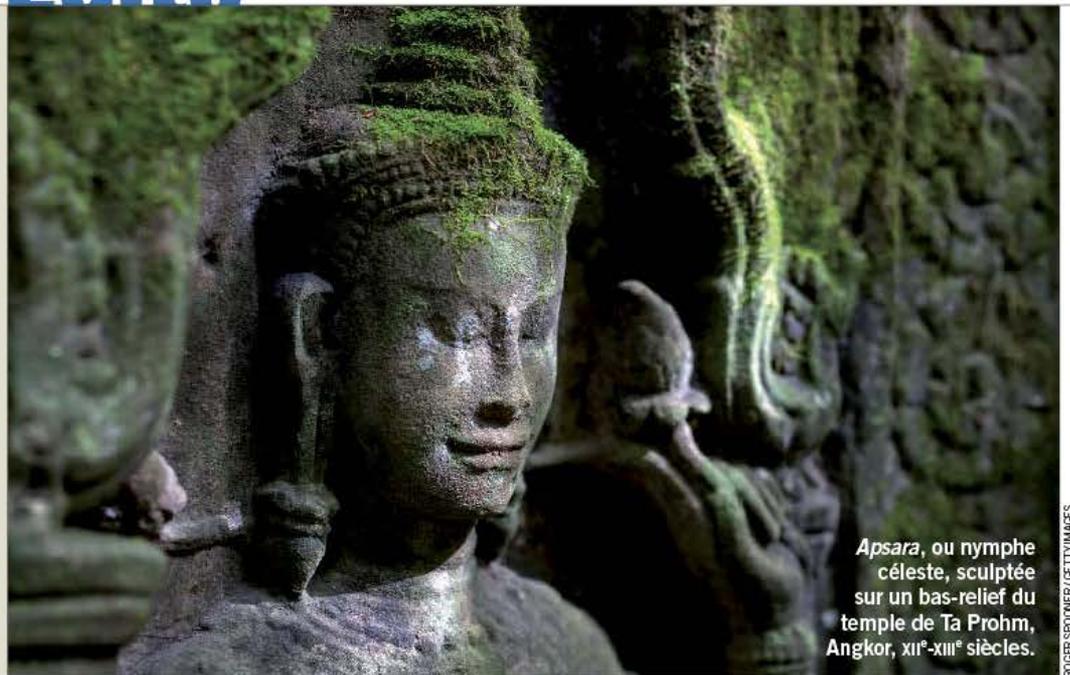
Dominique LEGLU 56.02
Rédactrice en chef Aline KINER (assistée de Vincent RE A. pour ce numéro) 56.42
Secrétaire de rédaction Florence LEROY 56.36
Directeur artistique Jean-Louis GILBERT 56.29
Photo-icographie Andreina DE BEI (rédactrice en chef adjointe) 56.31
Isabelle TIRANT 56.32
Documentation Astrid SAINT AUGUSTE 56.48
Illustration Betty LAFON 56.37
Photogravure Karine HUET 56.25
Collaborateurs Bernadette ARNAUD, Loïc CHAUVÉAU, Azar KHALATBARI, Rachel MULOY
Ont collaboré à ce numéro
Yves BLANC, Laureen BOUYSSOU, Sylvie BRIET, Laurent BRASIER, Cécile CAZENAIVE, Marie-Noëlle DELABY, Sylvie GRUSZOW, Philippe PAJOT, Caroline TANCREDE
Renseignements aux lecteurs, vente au numéro
Isabelle RUDI-HOUEY 01.55.35.56.50/56.30.
courrier-lecteurs@sciencesetavenir.fr
Informatique Daniel de la REBERDIÈRE 56.06
Comptabilité Mélanie BENKHEDIMI 56.14, Nathalie TREHIN 56.12,
Assistante de direction Valérie PELLETIER 56.01

Abonnements :
01.40.26.86.11

142, rue Montmartre, 75002 Paris

Publicité Médias

44 rue Notre-Dame-des Victoires 75002 Paris
Tél. : 01.44.88.97.70 / Fax : 01.44.88.97.79
Pour joindre votre correspondant par téléphone, composez le 01.44.88 suivi des 4 chiffres qui figurent à la suite de son nom; pour adresser un email à votre correspondant, l'initiale de son prénom puis son nom suivi de @mediads.com.
Directrice générale Corinne ROUGÉ 93.70 assistée de Marie-Noëlle MAGGIES 93.70
Directeur de publicité adjoint
Sylvain MORTREUIL 97.75
Responsable WEB Romain COUPRIE 89.25
Assistante commerciale Séverine LECLERC 39.75
Exécution Nicolas NIRO 89.26
Administration des ventes Caroline HAHN 97.58
Ventes :
Directeur commercial
Jean-Claude ROSSIGNOL 01.44.88.35.40
Directrice commerciale adjointe
Paule COUDERAT 01.44.88.34.55
Directeur des ventes Valéry SOURIEAU
Directeur des abonnements Philippe MENAT 01.44.88.35.02 assisté de Lina QUACH 34.54
Relations extérieures
France ROQUE 01.44.88.35.79
Sciences et Avenir SARL
Gérance : Claude PERDRIEL
Directeur de la publication : Claude PERDRIEL
Vente au numéro, 33, rue Vivienne, 75002 Paris.
Tél. : 01.55.35.56.00. Fax 01.55.35.56.04. Les abonnements et réabonnements doivent être adressés à Sciences et Avenir, Service abonnements, 142, rue Montmartre, 75002 Paris. Tél. : 01.40.26.86.11. Tarif des abonnements : France, 1 an simple (12 numéros) : 35 €. 1 an complet (12 numéros + 4 hors-série) : 48 €. Tarifs pour les pays étrangers sur demande.
Multimédia : ID OBS, 10-12, place de la Bourse, 75002 Paris. Tél. : 01.44.88.34.34.
Les noms et adresses de nos abonnés seront communiqués aux organismes liés contractuellement avec Sciences et Avenir, sauf opposition. Dans ce cas, la communication sera limitée au service de l'abonnement.
Copyright Sciences et Avenir.
Commission paritaire n° 55491.
Distribué par NMPP.
Photogravure :
PCH, 10-12, place de la Bourse 75002.
Dépôt légal : 562. Imprimerie : Sego, Taverny.
Printed in France.



Apsara, ou nymphe céleste, sculptée sur un bas-relief du temple de Ta Prohm, Angkor, XII^e-XIII^e siècles.

ROGERSPOONER/GETTY IMAGES

Leçons de civilisations

Lorsqu'au XVI^e siècle, les Espagnols arrivent en *conquistadores* sur les côtes de l'Amérique, leur élan est freiné par les maladies tropicales (*lire pp. 26-31*). Que font-ils ? Ils s'en remettent aux potions des chamans précolombiens. Pour leur plus grand bien. Les remèdes se révèlent en effet si efficaces que Cortés refuse la venue de médecins européens !

En un autre temps, dans d'autres lieux, les Babyloniens ont relevé le plan de l'écliptique terrestre (*lire pp. 10-15*), les Egyptiens inventé la cardiologie – le fonctionnement du cœur ne sera redécouvert que trois mille ans après eux ! –, les Phéniciens doublé le cap de Bonne-Espérance deux millénaires avant Bartolomeu Dias, les peuples de l'Indus tracé des cités aussi rectilignes que New York (*lire pp. 55-57*), tandis que les Mayas élaboraient le premier nanomatériau : ce fameux « bleu » de leurs fresques, pigment hybride qui intéresse aujourd'hui les chercheurs (*lire p. 68*).

Bien avant nous, de grandes civilisations, mais aussi de petits peuples disparus, ont ainsi exploré de nombreux champs de la science contemporaine. Nous voici fascinés, incrédules. Peut-être, dit le philosophe Michel Blay, parce que notre regard sur ces hommes du passé est souvent celui d'adultes sur des enfants. Pour nous, le monde occidental est l'acmé de la civilisation, le point d'aboutissement d'un progrès qui doit forcément aller vers plus de technologie et de confort. Regard biaisé, égocentré.

Mais surtout, les vestiges laissés par ces peuples anciens demeurent parcellaires, parfois trompeurs, illisibles. Seules certaines cultures maîtrisaient l'écriture, et les concepts auxquels renvoient leurs écrits restent souvent incompris. Toutes n'ont pas bâti de monuments de pierre... et même face à des édifices colossaux, les archéologues ne peuvent que tenter des reconstitutions, demeurer dans l'hypothèse (*lire p. 65*). Résultat : le fantasme n'est jamais loin. Fantasme d'une sagesse perdue. D'un savoir magique, venu d'ailleurs. Et voilà les extraterrestres, qui ne s'imaginent sans doute pas si grands bâtisseurs, crédités d'au moins deux ou trois pyramides et d'un grand nombre de mégalithes !

Les supports de savoir, même lorsqu'ils nous sont parvenus, sont devenus indéchiffrables. Parce que le monde où ils sont nés a péri, avec ses techniques, mais aussi ses croyances, ses modes de pensée, son rapport aux mots.

C'est peut-être la dernière leçon des civilisations anciennes, la seule que nous puissions vraiment comprendre. Un savoir, sans personne pour le raconter, le transmettre de bouche à oreille, d'homme à homme, est un savoir perdu. En ces temps où la mémoire se fait de plus en plus virtuelle, le risque est grand qu'une partie du nôtre aussi ne disparaisse. **ALINE KINER**

Sommaire

3 ÉDITO
Leçons de civilisations

6 RENCONTRE
Michel Blay :
« Notre vie est-elle forcément
meilleure que celle des Incas ? »

Astronomie

- 10** Et Babylone ordonna le Cosmos
- 16** Les Mayas, sous le signe du cinquième soleil
- 18** L'ancêtre des calendriers de pierre
- 19** Des almanachs dans la falaise
- 20** Les Polynésiens, des marins dans le sillage des étoiles
- 24** Vikings : l'Amérique sans boussole

Médecine

- 26** Les savants guérisseurs du Nouveau Monde
- 32** Les remèdes souverains des médecins de Pharaon
- 36** La plus vieille ordonnance de l'humanité
- 37** Une bonne bière contre les bactéries

Cahier pédagogique

- 38** L'aube des premiers savoirs
- 40** Les inventeurs de la préhistoire
- 43** Aux racines des mathématiques
- 46** L'écriture, une mémoire avant la lettre

Urbanisme

- 50** Khmers, les maîtres de l'eau
- 55** Indus : les urbanistes du III^e millénaire
- 58** Portfolio architecture : les bâtisseurs de rêves
- 66** Les tisserands du désert
- 68** Un bleu intense pour l'éternité

Agriculture

- 70** Quand les champs ont droit de cité
- 75** Les agronomes oubliés d'Amazonie
- 78** Les jardins clos de l'île de Pâques
- 79** Les pirates aux mains vertes
- 80** DVD

LA CARTE DES SAVOIRS DISPARUS

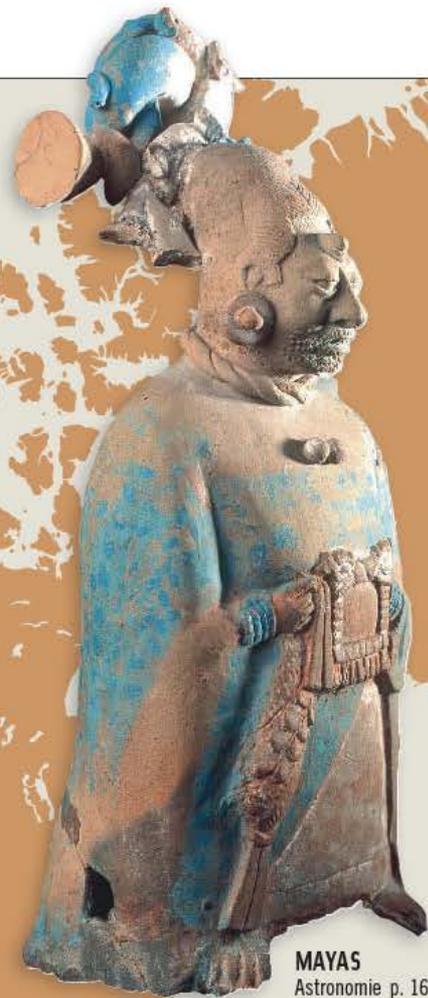
ANASAZIS
Astronomie p. 19



AZTÈQUES
Médecine p. 26
Architecture p. 63
Agriculture p. 78

POLYNÉSIENS
Navigation p. 20

RAPANUIS
Agriculture p. 78

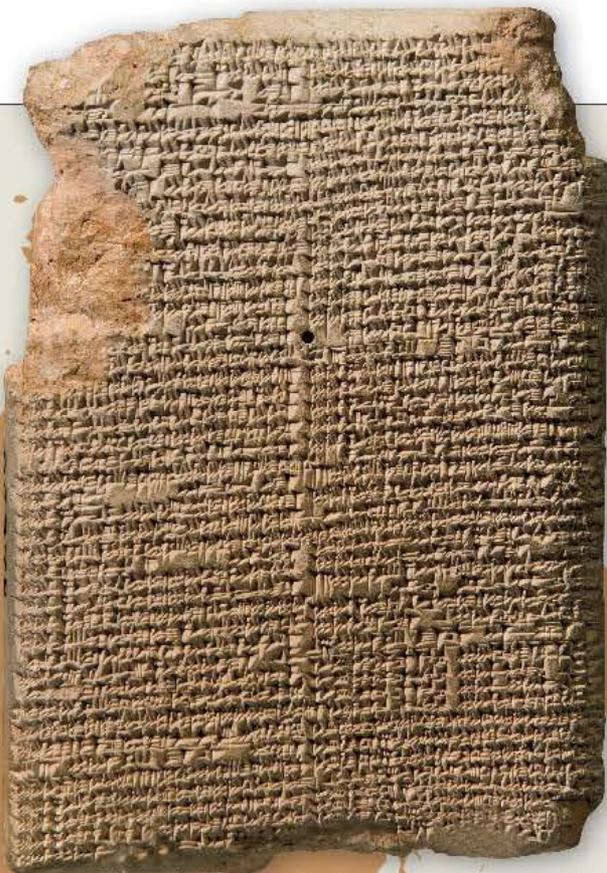


MAYAS
Astronomie p. 16
Art p. 68
Agriculture p. 70

ARAQUINOÏDES
Agriculture p. 75

INCAS
Médecine p. 26
Architecture p. 61
Agriculture p. 78





VIKINGS
Navigation p. 24

NEWGRANGE
Architecture p. 63



GRECS
Acoustique p. 69

BABYLONIENS
Astronomie p. 10
Médecine p. 36

STONEHENGE
Architecture p. 58

GÖBEKLI
Architecture p. 64

CTÉSIPHON
Architecture p. 65

LOCMARIAQUER
Architecture p. 64

MORISQUES
Agriculture p. 79

PETRA
Architecture p. 61

CHINOIS
Navigation p. 25
Architecture p. 61



PHÉNICIENS
Navigation p. 25

HARAPPÉENS
Urbanisme p. 55

YÉMÉNITES
Médecine p. 37

ÉGYPTIENS
Astronomie p. 18
Médecine p. 32
Architecture p. 64



NUBIENS
Médecine p. 37

KHMERS
Urbanisme p. 50



Michel Blay, philosophe

« Notre vie est-elle forcément meilleure que celle des Incas ? »

Le rapport au monde des peuples anciens était plus immédiat que le nôtre, leurs savoirs empreints de magie. Ces différences questionnent nos certitudes.

Pourquoi fantasmons-nous tant sur les savoirs des civilisations disparues ?

Nous entretenons avec eux un rapport magique. Parce qu'ils sont très lointains : nous ne les vivons pas, nous les rêvons. Contrairement à la science contemporaine, qui est notre quotidien et dont les conséquences n'invitent pas toujours au rêve. De plus, ils sont toujours associés de façon intime à des croyances religieuses que nous ne maîtrisons pas non plus. Et ces croyances semblent plus proches des individus, de leur vie, que les sciences actuelles.

A quoi pensez-vous précisément ?

Prenez les pharmacopées traditionnelles. Elles attirent, car la médecine occidentale est parfois très brutale. Il est plus agréable d'ingérer les mêmes molécules sous forme de plantes que de pilules. Il y a là un rapport à la nature qui séduit dans nos sociétés où les problématiques écologiques sont de plus en plus prégnantes. Mais on oublie que la médecine n'est pas chose abstraite, elle s'insère dans un contexte socioculturel. Ce n'est pas exactement la même chose de prendre une tisane chez soi ou la même plante au fin fond de l'Amazonie, dans un tissu de croyances et de rites. Résultat : nous transposons des remèdes indépendamment des contenus intellectuels qu'ils véhiculaient.

L'incroyable degré de complexité atteint par certaines civilisations est aussi source de fantasmes...

En effet, nous avons du mal à imaginer qu'il y a des milliers d'années, des hommes savaient déjà effectuer des calculs sophistiqués ou concevoir, en architecture, des systèmes de voûtes complexes... Mais s'ils sont parvenus à un tel degré de sophistication, c'est tout simplement que leurs pratiques se sont mises en

place sur des périodes longues. Une chose m'amuse toujours, c'est de voir Aristote associé à l'enfance de l'humanité. Le système aristotélécien était, en réalité, aussi compliqué que n'importe quel système philosophique d'aujourd'hui. Sauf qu'il ne s'exprimait pas dans le même contexte. Autrement dit, notre raisonnement est le suivant : il est étonnant que des enfants aient pu réaliser de telles choses. Mais il ne s'agissait pas du tout d'enfants !

Nous sommes gouvernés par l'idée du progrès scientifique. Il apporte le confort : or la civilisation occidentale est centrée sur le confort. Mais est-ce là l'essentiel d'une civilisation ? Je n'en suis pas convaincu. Car, pour le moment, nous pouvons difficilement nous targuer d'une réussite absolue. La civilisation égyptienne a duré plusieurs millénaires. Je ne pense pas que la

“ Le confort, est-ce là l'essentiel d'une civilisation ? ”

nôtre aura une telle longévité. Les modes d'existence chez les Aztèques ou les Incas peuvent nous paraître épouvantables. Mais eux, comment se sentaient-ils ? Qu'était leur vie ? Et la nôtre est-elle forcément meilleure ?...

Que penser de la prétendue sagesse des sociétés anciennes ?

Elles avaient une sorte d'immédiateté au monde qui n'est pas du tout la nôtre. Le confort, précisément, nous tient à distance. Ce n'est pas la même chose de dormir dans un lit moelleux que par terre, de se plaindre des désagréments de la météo et d'en dépendre pour sa vie ou sa subsistance. Nous pouvons seulement tenter d'imaginer cette sorte d'immédiateté, car nous ne l'avons jamais vécue. Que signifie d'accomplir une danse en priant les morts ? C'est tout le travail des ethnologues que d'essayer d'entrer dans ces cultures autres. Et malgré les mois, les années de tra- ●●●



Michel Blay, historien et philosophe des sciences, est directeur de recherche émérite au CNRS. Il préside, par ailleurs, le Comité pour l'histoire de cette institution. Ses travaux portent principalement sur l'histoire de la mathématisation depuis le XVIII^e siècle, la nature de la lumière et la couleur. Parmi ses ouvrages : *La Naissance de la science classique*, Nathan, 1998 ; *La Science trahie. Pour une autre politique de la recherche*, Armand Colin, 2003 ; *Les Figures de l'arc-en-ciel*, Belin, 2005.

●●●vail, ils n'y parviennent jamais totalement. Voyez Philippe Descola, un ethnologue de grande ampleur parce qu'il est aussi philosophe. Il a accompli de longs séjours chez les Jivaros, mais n'est jamais devenu un Indien. De même, nous ne pouvons pas devenir des hommes du XVIII^e siècle, ni des hommes du Moyen Âge. Encore moins des Egyptiens ou des Mayas.

Peut-on appliquer notre définition du savoir à ces peuples anciens ?

Le savoir, au sens général du terme, se situe sur un plan empirique. Il est acquis par essais et erreurs. Chez ces peuples anciens, il y avait donc bien des savoirs, y compris techniques, extrêmement avancés. En revanche, il faut tout un processus pour qu'un savoir se transforme en connaissance. Et il n'y a qu'une région au monde où cela s'est produit de façon explicite : au sein des civilisations du pourtour méditerranéen, la Mésopotamie, l'Égypte des pharaons, la Grèce antique, le monde musulman, tout ce qui constitue l'héritage culturel des Européens. Dans cette sphère – et nulle part ailleurs, ni en Chine, ni en Inde, ni dans le monde précolombien – s'est construite une connaissance fondée sur le pouvoir de déduction, autour des mathématiques.

Pourtant, les mathématiques étaient aussi présentes en Inde et en Chine... Que s'est-il passé précisément dans le bassin méditerranéen ?

Partout les mathématiques sont indispensables pour la gestion des biens, l'organisation des travaux agricoles ou encore la tenue d'un calendrier fondé sur le mouvement des astres. Mais, dans beaucoup de civilisations, l'usage des nombres était réservé aux prêtres. Eux seuls manipulaient les chiffres, et leurs calculs savants menaient à des prédictions de guerre, de famine, ou encore justifiaient des sacrifices humains. Leur pratique était occulte. Vers le V^e siècle avant notre ère,

dans le pourtour méditerranéen, est apparue une nouvelle manière de faire des mathématiques, introduisant une méthode de raisonnement logique que l'on pourrait qualifier aujourd'hui d'hypothético-déductive.

Y a-t-il un événement décisif qui marque ce moment ?

Oui, la rédaction, vers l'an 300 avant notre ère, du traité mathématique dit *Eléments d'Euclide*. Dans ce traité, le contenu s'appuie sur une base de définitions rigoureuses pour formuler des hypothèses, des postulats, et en déduire des théorèmes. Alors, pour la première fois, un corpus de savoirs ordonnés a vu le jour, avec des principes et des démarches exhibées.

Quelles en ont été les conséquences ?

Ce qui était dit et proclamé devait désormais être démontré. Présenter la méthode pour parvenir à un résultat, c'est pouvoir partager le savoir. Cela nous semble

“ On ne peut pas construire de connaissance à partir d'un savoir occulte

évident aujourd'hui : on ne peut pas construire de connaissance à partir d'un savoir occulte. C'est toute l'importance de l'apport grec que d'avoir lié savoir et démocratie. Cette rupture a profondément et durablement marqué notre civilisation : vingt siècles plus tard, en 1687, Newton ordonne de la même manière ses *Principia* (Principes mathématiques de la philosophie naturelle) dans lesquels il énonce les bases de notre compréhension du monde. Il expose d'abord ses principes, ses concepts, sa méthode mathématique avant d'annoncer : maintenant, je construis mon livre. Chacun peut s'emparer de ses principes et de ses méthodes et les appliquer dans un autre domaine, parvenir aux mêmes résultats ou s'y opposer. C'est parce que, à la suite d'Euclide, des générations de savants ont tout exhibé – les méthodes et les principes – que d'autres peuvent progresser et que chacun, autant qu'il le souhaite, peut s'instruire...

C'est ainsi que les techniques ont pu évoluer...

En effet. Prenons l'histoire de la balistique. Jusqu'au début du XVII^e siècle, les artilleurs disposaient de tables pour déterminer le point d'impact possible de leurs bombes en fonction de l'angle de visée. C'était totalement empirique. Le roi chargea alors François Blondel de prendre en compte la théorie de Galilée et le mouvement parabolique. Le livre de cet architecte et mathématicien, *L'Art de jeter les bombes*, publié en 1683, fut proposé aux artilleurs professionnels. Et à partir du début du XVIII^e siècle, l'artillerie devient une science, parce qu'on connaît les principes qui gouvernent le mouvement parabolique. On en fait une théorie. Sur les champs de bataille, ça fait merveille. De la même manière, l'horlogerie progresse à partir du XVII^e siècle lorsque le physicien néerlandais Christiaan Huygens étudie la chute des corps dans une cycloïde renversée. La cycloïde est la courbe que décrit la valve de la roue d'une bicyclette lorsque celle-ci se déplace. Or, dans une cycloïde renversée, la chute des corps s'effectue toujours dans un même intervalle de temps. C'est cette propriété – l'isochronie – qui permet d'ajuster le battement des pendules. Ainsi l'horlogerie va-t-elle se développer à grands pas.

LE DOGME DE L'INCARNATION, MOTEUR À EXPLOSIONS



Armand Colin, 2013, 360 p., 26€

ouvrage, on n'y est pas plus avancé qu'en terre d'Islam cinq siècles auparavant. Alors qu'à l'aube du XX^e siècle, la nature est « mathématisable », « pur entrepôt et réserve d'énergie à utiliser ». Le moteur de cette transformation

C'est une spécificité de la religion chrétienne qui, selon Michel Blay, a permis l'envol des connaissances en Europe. Au début du XVIII^e siècle, constate-t-il dans son dernier

est le dogme de l'Incarnation propre à la religion chrétienne. Il a permis, au cours des siècles, de penser ce qui relevait auparavant du divin. Ainsi la lumière s'est-elle incarnée dans la basilique de Suger à Saint-Denis, tout comme la géométrie céleste dans l'œuvre de Copernic. Giordano Bruno, quant à lui, ose aborder l'infini. Accomplie au début du XVIII^e siècle, la mathématisation de la nature, gage de prospérité et de connaissance, a cependant un revers : l'avènement du « déshumain », ou « l'esseulement des hommes jusqu'à leur épuisement dans le silence. »



“ Un savoir peut se perdre très vite. Il suffit de quelques générations pour tomber dans la barbarie

Notre regard sur les anciennes civilisations n'est-il pas faussé par les maigres vestiges dont nous disposons ?

Les sociétés à écriture nous ont laissé des tablettes ou autres papyrus. De nombreuses civilisations nous ont aussi légué d'impressionnants monuments. Reste les peuples sans écriture, et ceux qui n'ont pas construit en pierre, mais en bois, comme c'est le cas dans une grande partie de l'Afrique. Il est difficile de se faire une idée juste de l'étendue de leurs savoirs.

Et puis, au-delà, il est une chose essentielle qui reste très difficile à percevoir : ce sont les secrets de fabrication, les méthodes qui se transmettent de personne à personne, par exemple pour un potier. Ce que j'appelle les savoirs tacites. Prenons un exemple contemporain. Dans un laboratoire, soit une communauté d'hommes et de femmes qui travaillent ensemble sur la longue durée, à côté du contenu scientifique, on transmet aussi aux jeunes une manière de réaliser des manipulations, d'appréhender des expériences. La remarque est vraie même pour les mathématiques ou les sciences humaines. Le professeur parle à ses élèves, il montre : on est dans un rapport d'individu à individu où tout compte, les gestes, les manières d'être. Il n'y a pas d'enseignement qui passe autrement que de parole à parole, en particulier si le niveau est élevé. Or, aujourd'hui, les jeunes font un stage ici, un post-doc là... Ils passent à côté d'une partie capitale de l'enseignement.

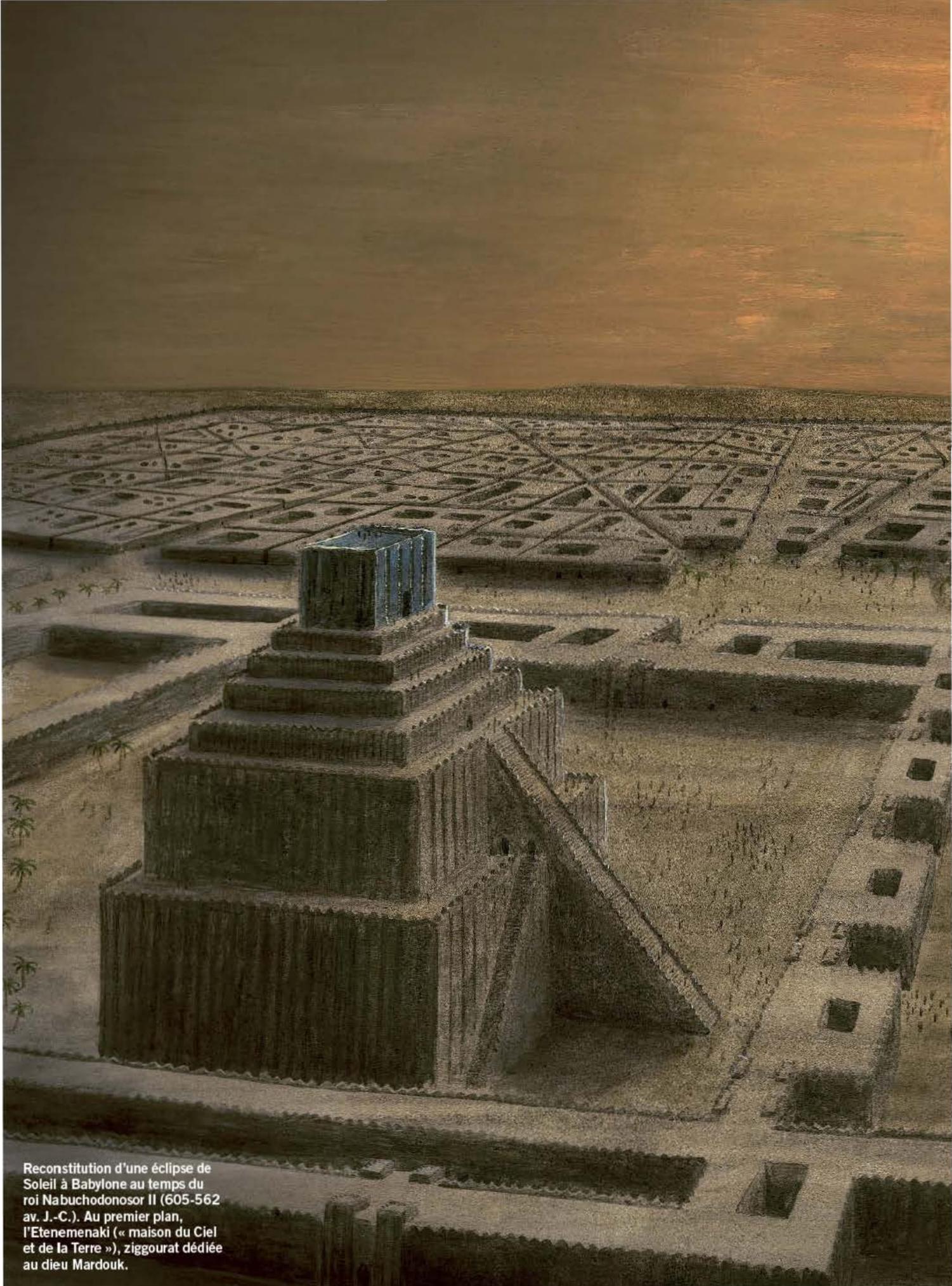
Nous avons perdu de fait les savoirs tacites des anciennes civilisations. Mais nous sommes aussi en train de perdre nos propres savoirs tacites.

Même inscrits dans les livres, les savoirs peuvent aussi disparaître ?

Il faut que le livre subsiste. Mais encore faut-il pouvoir le lire. Et pour cela, qu'il y ait des personnes qui soient au niveau des connaissances qu'il renferme. Lorsque les humanistes ont repris les textes des Anciens afin de les traduire, ils ont eu de grandes difficultés pour les maîtriser. Un savoir peut se perdre très vite s'il n'est pas continuellement transmis de personne à personne. Ainsi, des pans entiers des premières langues ioniennes sont devenues incompréhensibles au temps de la Grèce classique. Au xv^e siècle, en Europe, une partie des acquis des xiii^e et xiv^e siècles a disparu en raison des épidémies et des guerres.

Le passé se perd toujours, mais il faut essayer d'en préserver la plus grande partie, sinon, on tombe très rapidement dans la barbarie... Il suffit de quelques générations. Encore un exemple : aujourd'hui, nous sommes pratiquement en train d'abandonner le grec et le latin. Or c'est un savoir fondamental pour notre société. Si plus personne ne sait lire ces langues, nous perdons le terreau, le sens de notre origine. Et une société qui n'a plus ce sens se désagrège. Tout le monde n'a pas besoin de connaître le latin et le grec, mais nous devons être suffisamment nombreux à maintenir la mémoire des connaissances, à la transmettre. A être, comme disait le philosophe Ernst Cassirer, des « *fonctionnaires de l'humanité* ».

PROPOS RECUEILLIS PAR ALINE KINER ET AZAR KHALATBARI
PHOTOS : JULIEN DANIEL / MYOP POUR SCIENCES ET AVENIR



Reconstitution d'une éclipse de Soleil à Babylone au temps du roi Nabuchodonosor II (605-562 av. J.-C.). Au premier plan, l'Etemenanki (« maison du Ciel et de la Terre »), ziggourat dédiée au dieu Mardouk.

ET BABYLONE ORDONNA LE COSMOS...

Etoiles, écliptique, mouvement des planètes... Les Mésopotamiens ont si précisément observé le ciel qu'ils nous ont légué les bases de notre savoir astronomique.

Lorsqu'en haut le Ciel n'avait pas été nommé et qu'en bas la Terre n'avait pas reçu de nom... » Ainsi commence *Enuma Elish*, poème babylonien de la fin du second millénaire avant notre ère, qui raconte la création des dieux, du monde et des hommes. Ces 1100 vers répartis sur sept tablettes d'argile exposent en cunéiforme une cosmogonie très précise, celle des habitants d'un vaste territoire entre le Tigre et l'Euphrate, à l'emplacement de l'Irak actuel. Le poème attribue l'organisation du Ciel au dieu Mardouk : « *Il créa les stations [que l'on pourrait traduire par régions] pour les grands dieux, il dessina les étoiles et les constellations, il définit l'année, dressa les frontières, et pour chacun des douze mois installa trois étoiles. Une fois qu'il eut dessiné le plan pour l'année, il fixa la station de Neberou [méridien], [...] ouvrit des portes des deux côtés [du Ciel] et les renforça d'un verrou à gauche et à droite.* » Ainsi le ciel, cadencé,

est-il placé sous leur autorité, chacun disposant d'un ensemble d'étoiles. Recopié inlassablement par des générations de scribes, le poème figurera en bonne place dans les bibliothèques de Mésopotamie tout au long du I^{er} millénaire av. J.-C. Mais sa renommée perdurera bien au-delà : Damascius, philosophe grec néoplatonicien, y fera encore référence au VI^e siècle de notre ère.

Loin de n'être qu'un récit métaphorique, *Enuma Elish* fait partie d'un ensemble de textes présentant une vision cohérente du ciel. Car les Mésopotamiens avaient développé un véritable corpus de savoirs astronomiques comprenant des représentations d'étoiles et de constellations, un calendrier, des catalogues, ou encore des traités d'astronomie et relevés d'observations... soit quasiment l'ensemble des champs qu'abordent aujourd'hui les astronomes professionnels. Et cela, dès le milieu du second millénaire av. J.-C. ●●●

Liste d'étoiles et de constellations, tablette du *Mul Apin*, V^e siècle av. J.-C.



DOMINIQUE ET FABRIZIA COLLETTI

G. DURRANT/GETSPACEPHOTOS

Une idée simple pour doubler les impôts

Le calendrier mésopotamien pouvait connaître quelques soubresauts. En effet, le total des douze mois lunaires comportant onze jours de moins que la durée de l'année solaire, il fallait leur rajouter, une fois tous les trois ou quatre ans, un mois intercalaire. Mais cette décision était bien arbitraire au II^e millénaire. Parfois, la raison invoquée pouvait être simplement

économique : il s'agissait alors ni plus ni moins de doubler le mois des impôts ! En témoigne cette lettre du XVII^e siècle avant notre ère, rédigée par Hammourabi de Babylone au gouverneur de Larsa : « Cette année a un mois supplémentaire [...] désigné comme le mois elôlu, et partout où la taxe annuelle devait être apportée à Babylone le 25 du mois tasrîtu, elle doit maintenant être apportée à Babylone le

25 du mois elôlu. » Parfois, ce sont trois ou quatre années consécutives qui comportent un treizième mois. « Ce n'est qu'au I^e siècle avant notre ère que les astronomes retracent avec précision les cycles solaire et lunaire, et mettent de l'ordre dans le calendrier, précise Cécile Michel. En l'espace de 19 années solaires, sept mois intercalaires sont insérés les première, 3^e, 6^e, 9^e, 11^e, 14^e et 17^e années. »

●●● C'est en effet à cette époque qu'apparaissent les premières figurations d'astres sur des stèles de pierre, ou *kudurru*. Parmi les 150 retrouvées, représentant des scènes de la vie quotidienne ou des événements importants comme le couronnement de rois, un grand nombre comportent le Soleil, la Lune, les planètes – souvent l'étoile à huit branches d'Ishtar, qui correspond à Vénus – et quelques constellations. Pour trouver des descriptions du ciel au cours de l'année, cependant, ce qu'il faut regarder, ce sont les tablettes d'argile que « les habitants de l'ancienne Mésopotamie désignaient du nom de "douze fois trois", explique Cécile Michel, directrice de recherche au CNRS (laboratoire Histoire et archéologie de l'Orient cunéiforme), car chacun des douze mois de l'année se voyait attribuer trois planètes, étoiles ou constellations caractéristiques. Aujourd'hui, ces



Stèle figurant le roi assyrien Adad-Nirari III (811-783 av. J.-C.). Des symboles astronomiques représentant la Lune, Vénus et les Pléiades entourent sa tête.

tablettes sont appelées astrolabes ». Les constellations étaient choisies en fonction de leur caractère saisonnier : leur lever héliaque – c'est-à-dire le moment de l'année où elles deviennent visibles avant le Soleil – signait le début de chacun des douze mois. « Mais il arrivait que le lever héliaque de la constellation ne corresponde pas au mois auquel elle était attribuée », poursuit Cécile Michel.

Des erreurs qui ne facilitent pas l'élaboration d'un calendrier fiable, basé à la fois sur les mouvements du Soleil et de la Lune : les mois lunaires ne comptent que 29 ou 30 jours, une année de douze mois ne comporte que 354 jours, et il manque donc 11 jours pour compléter l'année solaire de 365 jours. « Pour combler ce retard, de temps à autre, un treizième mois est intercalé », reprend Cécile Michel (*lire l'enca-*



Planisphère retrouvé à Ninive dans la bibliothèque du dernier grand roi assyrien, Assurbanipal (VII^e siècle av. J.-C.)

dré p. 15). Ces tablettes « douze fois trois » sont à l'usage des agriculteurs puisqu'elles déterminent la date des moissons ou des semis... Une sorte d'almanach qui rythme la vie quotidienne.

Parallèlement, émerge une vision plus érudite de l'astronomie : trois tablettes, appelées le *Mul Apin* – ce qui signifie « constellation de la Charrue » –, évoquent 66 constellations visibles à l'œil nu. Y figurent aussi le Soleil, la Lune et les cinq planètes alors connues : Mercure, Venus, Mars, Jupiter et Saturne. L'originalité de ces tablettes est d'ordonner le ciel : « Il y est écrit que les astres se déplacent selon trois voies célestes parallèles à l'équateur : celle d'Anou, dieu du Ciel; celle d'Ea, dieu du Monde souterrain; et celle d'Enlil, dieu de l'Atmosphère », précise la chercheuse. L'interprétation de cette phrase

énigmatique est donnée dans un autre texte, réparti sur 70 tablettes, qui forme le traité astronomique *Enuma Anou Enlil* – ainsi appelé car le texte commence par ces mots qui signifient « lorsqu'Anou et Enlil ». Il s'agit d'un véritable compte rendu d'observation, où les trois voies sont définies comme une portion de la ligne d'horizon : « Plus précisément, ce sont des segments le long de l'horizon : le segment central est celui d'Anou, au nord est celui d'Enlil, au sud celui d'Ea », explique Cécile Michel. Les 66 constellations mésopotamiennes se répartissent entre ces trois segments, en fonction de la zone du ciel où a lieu leur lever héliaque.

A ce souci de découpage et d'ordonnement s'ajoute celui de l'explication et de la théorisation à travers des textes descriptifs : *Enuma Anou Enlil* recense près de 7000 présages classés en quatre grandes sections consacrées respectivement ●●●



Reconstitution du ciel de Babylone le 15 janvier 499 av. J.-C. Sur le « chemin de la Lune » (équivalent de l'écliptique) sont visibles la Balance, l'Épi d'orge (Vierge), le Lion, le Crabe (Cancer), les Grands Jumeaux (Gémeaux), le Taureau du ciel (Taureau).

« Sur certaines tablettes, l'heure la plus favorable à une transaction »

Comment expliquer que la civilisation mésopotamienne ait développé un si haut degré de connaissances en astronomie ?

Il est difficile de répondre à cette question *a posteriori*. Une première raison, plutôt tardive, est l'importance de l'astrologie – c'est-à-dire l'influence prêtée aux astres sur la vie de chacun, mais aussi du royaume. Surtout, les Mésopotamiens étaient des administrateurs-nés. Et la gestion des affaires de l'Etat nécessitait la mise au point d'un calendrier pour déterminer les dates du prélèvement des impôts, des travaux agricoles, de l'application des lois... Le code d'Hammourabi – ce texte juridique babylonien datant de 1750 avant notre ère, dont la stèle est exposée au musée du Louvre – en témoigne. Or, un découpage rigoureux du temps ne peut s'effectuer que d'après le mouvement des astres. D'où l'importance donnée à l'observation du ciel.

Pourquoi un tel besoin d'organisation ?

La région située entre le Tigre et l'Euphrate présentait déjà, à l'époque, une densité de peuplement élevée. Et les deux fleuves connaissaient des crues périodiques, encore plus fréquentes et redoutables que celles du Nil en Egypte. Il fallait une grande organisation pour s'assurer de nourrir toutes ces populations. Les Mésopotamiens ont donc développé une réflexion très poussée sur la prévision



des ressources : le souci d'optimiser le travail de chacun les a amenés à établir une hiérarchie sociale stricte et à attribuer les tâches de façon rigoureuse. Par exemple, certains gestes agricoles répétitifs, comme battre le blé, puiser l'eau ou creuser des rigoles pour l'irrigation, étaient confiés aux non-voyants.

Ces tablettes semblent avoir eu une portée plus pratique que savante ?

C'est effectivement le cas pour l'essentiel de ces textes. Certains sont des almanachs qui répertorient les mois et les jours favorables à certaines activités. Parfois aussi, le scribe mentionne par exemple l'indication de l'heure la plus favorable pour une transaction. Une des premières tablettes découvertes en 1950 à Nippur s'apparente à une sorte d'« almanach du paysan ». Il s'agit d'instructions très précises données par un fermier à son fils : « Il faut ouvrir les

canaux d'irrigation de telle sorte que l'eau ne monte pas très haut dans le champ [...]. Une fois venu le temps de la moisson, n'attends pas que l'orge plie sous son poids. » Et c'est la gestion des terrains agricoles qui a nécessité les premiers codes de loi.

Les contrats de vente des terres arables constituent ainsi une grande partie des textes, et les prix, les loyers et les salaires sont souvent précisés : par exemple, la location d'un bœuf pour un an vaut 1 200 litres de grains s'il est à l'arrière de l'attelage et 900 litres s'il est au milieu. Ces détails nous montrent avec quel souci d'équité et de justice était structurée la société mésopotamienne, même si ces notions avaient un sens différent de celui qu'on leur prête aujourd'hui ; les lois étaient en effet établies en fonction de la classe sociale à laquelle on appartenait.

* Professeur d'assyriologie à l'université de Genève

●●● à la Lune, au Soleil, aux planètes mais aussi aux phénomènes météorologiques comme les tempêtes, éclairs et tonnerres.

Une autre trouvaille nous renseigne sur les connaissances des astronomes mésopotamiens : un disque présentant des figures géométriques, découvert à Ninive. Il s'agit de l'unique témoin graphique du ciel – le *Mul Apin*, les astrolabes et l'*Enuma Anou Enlil* sont en effet uniquement des écrits. Bien plus récent que les tablettes astronomiques, ce disque date du VII^e siècle avant notre ère et montre un ciel divisé en huit secteurs au sein desquels des constellations comme les Pléiades, Sirius et Pégase sont parfaitement reconnaissables.

Le chemin de la Lune

Tous ces documents qui nous sont parvenus au-delà des millénaires montrent l'étendue des connaissances des Mésopotamiens : « Ils distinguaient déjà les astres fixés à la voûte céleste et se déplaçant avec elle de ceux qui semblaient errants, comme les cinq planètes alors connues, le Soleil, la Lune, les comètes et les étoiles filantes », poursuit Cécile Michel. Les premiers – les étoiles dirions-nous aujourd'hui – formaient sur le ciel des dessins géométriques apparemment perpétuels : une charrue, un capricorne, un poisson... A quelques exceptions près, ces constellations et leurs noms nous sont parvenus.

Quant aux planètes, les Mésopotamiens avaient remarqué qu'elles pouvaient changer de couleur et de brillance – disparaître, à cause des conjonctions avec le Soleil, et réapparaître. Surtout, en observant leur mouvement, ils avaient réussi à déterminer l'équivalent de ce que nous appelons aujourd'hui le plan de l'écliptique, soit le plan dans lequel s'inscrit l'orbite de la Terre et des planètes. En effet, une des tablettes de la série *Mul Apin* évoque le « chemin de la Lune », soit la route suivie par les planètes, la Lune et le Soleil. Depuis la Terre, le « chemin de la Lune », correspond bien au pourtour du plan de l'écliptique, où nuit après nuit se succèdent pas moins de dix-huit constellations (voir pp. 12-13) : Mul-Mul (Pléiades), le Taureau du



R. ETS, MICHALOWSKI IMAGES

Ceci n'est pas une lentille !

C'est un morceau de cristal à peu près circulaire de presque 4 centimètres de diamètre, découvert en 1850 à une trentaine de kilomètres de l'ancienne ville de Ninive (Irak actuel). L'une de ses faces est plate, l'autre, convexe, comporte une douzaine de cavités aux bords émoussés. Plusieurs hypothèses ont été émises à propos de cet objet : s'agissait-il d'un ornement, ou était-il destiné à contenir des huiles ou des onguents ? En 1853, le physicien écossais David Brewster, inventeur du kaléidoscope, examina la pièce et conclut qu'il s'agissait bien là d'un instrument d'optique, une lentille, déduction logique vu l'importance de l'astronomie assyrienne. Aujourd'hui, cette hypothèse semble très peu probable : aucun texte ne mentionne que les Mésopotamiens polissaient des fragments de verre ou de quartz pour en faire des instruments d'observation ou focaliser les rayons solaires afin d'enflammer des matériaux. La fameuse lentille, qui dort au British Museum, garde toujours son secret.

ciel (Taureau), le Fidèle Pasteur d'Anou (Orion), le Vieil Homme (Persée), le Bâton brisé (Aurigae), les Grands Jumeaux (Gémeaux), le Crabe (Cancer), le Lion, l'Epi d'orge (Vierge), la Balance, le Scorpion, Pabilsag (Sagittaire), le Poisson chèvre (Capricorne), le Géant (Verseau), les Queues (Poissons), l'Hirondelle (sud-ouest des Poissons), Announitou (nord-est des Poissons) et le Journalier (Bélier). Les constellations du chemin de la Lune situées immédiatement de part et d'autre du plan de l'écliptique sont à l'origine du zodiaque – les Grecs en retiendront douze... qu'ils nous transmettront.

Comment expliquer l'engouement des Mésopotamiens pour l'astronomie ? Tout indique qu'ils considéraient le Ciel et la Terre comme intimement mêlés. « *Le firmament leur apparaît comme le reflet de*

Des notions astronomiques mésopotamiennes sont parvenues jusqu'au monde islamique via l'héritage grec. Miniature représentant le Cancer, illustrant un manuscrit du *Livre des révolutions des années du monde* de l'astronome persan Albumasar (IX^e siècle).

la Terre, au point que les constellations leur semblent reproduire l'image des sites mésopotamiens : le temple de Babylone est représenté par le carré de Pégase, tandis que la ville de Nippur est portée par la Grande-Ourse », précise Cécile Michel. Dans ce miroir de la Terre, les corps célestes étaient vus comme des messagers à travers lesquels les dieux s'adressaient aux hommes. Chaque événement céleste était alors interprété en termes de bon ou mauvais augure. Une fonction astrologique qui a été mêlée à l'astronomie jusqu'au XVI^e siècle de notre ère : le grand Kepler lui-même, qui a jeté les bases de notre compré-

hension du Cosmos, était persuadé que les astres jouaient un rôle dans la vie des hommes...

Zodiaque, écliptique, constellations, mouvements des planètes, éphémérides, calendrier... Nous demeurons bel et bien les héritiers des Mésopotamiens en matière de savoir astronomique. Un détail insignifiant semble avoir joué un rôle essentiel dans cette incroyable transmission : grâce aux incendies, habituels dans les villes anciennes, pas moins d'un million de tablettes d'argile imprimées de textes cunéiformes nous sont parvenues. Car au contact du feu, l'argile devient solide. C'est ainsi que l'astronomie mésopotamienne a été transmise aux Grecs et a pu inspirer au I^{er} siècle de notre ère Claude Ptolémée, dont l'ouvrage phare, l'*Almageste*, a régné jusqu'à la Renaissance.

AZAR KHALATBARI

Les corps célestes, messagers à travers lesquels les dieux s'adressent aux hommes

Pour anticiper les colères divines, ils ont scruté les astres jusqu'à en connaître les cycles avec une incroyable précision.

Les Mayas, sous le signe du cinquième soleil

Les archéoastronomes les surnomment « les obsédés du temps ». Convaincus qu'ils vivaient dans l'ère provisoire du cinquième soleil – commencée en 3114 av. J.-C., la colère des dieux ayant mis un terme aux quatre premières –, les Mayas organisèrent leur vie sociale sur une hantise, celle de prévenir les châtements qui pouvaient tomber à tout instant du ciel : inondations, tempêtes, incendies, mais aussi éclipses solaires. Pour ce faire, il ne leur suffisait pas d'apaiser les dieux avec des sacrifices humains. Il leur fallait de plus étudier le temps afin d'agir au moment le plus opportun. Des semis aux récoltes, de la déclaration de guerre à l'heure des sacrifices, tout était entrepris à un moment précis afin de maintenir l'harmonie avec le cosmos.

Dans ce contexte, « la connaissance des cycles du ciel se révéla aussi très utile pour asseoir le pouvoir. Quand on connaît le moment où un phénomène doit se produire, on peut faire croire au peuple qu'on le provoque, ce qui ne manque pas de l'impressionner »,

+ Yaël Nazé, *L'Astronomie des Anciens*, Belin, 2009



Sur ce codex maya, quatre rangées de glyphes figurant les noms des vingt jours du calendrier se superposent à une représentation du Serpent à plumes.

souligne Yaël Nazé, astrophysicienne à l'université de Liège.

Salle d'observation souterraine

C'est particulièrement durant l'Époque classique (de 250 à 900 apr. J.-C.) que les Mayas ont développé une connaissance remarquable du ciel. Connaissance qui a perduré, puisque le premier évêque du Yucatán, Diego de Landa, rapporte juste après la conquête que « pour connaître l'heure de la nuit,

les Indigènes se réglèrent sur la planète Vénus et les constellations des Pléiades et des Gémeaux... »

Du souverain au simple sujet, la vie était donc régentée par le temps, lui-même défini par la position des planètes... que les Mayas ne cessaient d'observer. L'orientation de certains monuments en témoigne. A Uaxactun, par exemple, un ensemble de quatre temples fait office de calendrier solaire : le bâtiment principal sert de point d'observation tandis que les trois autres, placés en vis-à-vis, sont très précisément situés dans la trajectoire du lever du Soleil lors du solstice d'été, des deux équinoxes et du solstice d'hiver. « Il faut imaginer, raconte Yaël Nazé, le seigneur maya se tenant ce jour-là en haut de la pyramide principale, avec le peuple resté au pied du monument pour observer le Soleil apparaître exactement dans la direction annoncée. C'est le seigneur qui fait lever le Soleil... »

Des dizaines d'autres alignements astronomiques parsèment le Guatemala, mais aussi le Mexique voisin. A Yaxchilan (Chiapas), un ensemble de temples présente dix alignements solsticiaux ! A Xochicalco (Morelos), c'est par un conduit, creusé dans la terre et relié à une petite salle souterraine de quelques mètres carrés, que les Mayas repèrent les passages du Soleil au zénith : ces jours-là, les rayons solaires traversent le tunnel et illuminent la salle.

Plusieurs monuments sont consacrés à la planète Vénus, comme le temple de Copán, au Honduras, ou la Maison du Gouverneur à Uxmal, au Mexique. La porte de cette dernière pointe exactement sur ●●●

L'hallucinante apparition du Serpent à plumes

Rien d'autre qu'une mise en scène ! Inventé par l'historien des religions Mircea Eliade, le terme de hiérophanie désigne un jeu de lumière sciemment provoqué afin de marquer une date astronomique (éclipse, équinoxe, solstice...), et vécu par les spectateurs comme

une manifestation du sacré. Égyptiens et Mayas en sont les maîtres incontestés. Le plus impressionnant est celui de la pyramide d'El Castillo sur le site de Chichén Itzá. Grâce à son orientation parfaite par rapport au coucher du soleil les jours d'équinoxe, le bord crénelé

de la pyramide produit un jeu d'ombre évoquant l'ondulation d'un serpent qui descend les marches de l'escalier nord ! Une allégorie de la venue sur terre de la divinité Kukulcán, le Serpent à plumes dont la tête est par ailleurs sculptée dans la pierre, au bas de l'escalier.

La pyramide d'El Castillo, sur le site de Chichén Itzá. Lors de l'équinoxe, le soleil couchant y dessine un serpent descendant les degrés, figuration de Kukulcán, dieu majeur du panthéon maya.



●●● le coucher le plus au sud de la planète, qui n'a lieu que tous les huit ans...

Mais la palme du génie astronomique revient sans doute au Caracol de Chichén Itzá, au Mexique. Des mesures récentes ont permis de démontrer que les fenêtres de sa tour offraient des alignements exacts avec le Soleil (pour les lever et coucher lors des solstices d'été, pour le coucher les jours d'équinoxe), mais aussi avec Vénus et d'autres étoiles.

Cinq jours néfastes

Quels enseignements les Mayas ont-ils tirés de ces observations? Sans doute d'abord la nécessité de créer des calendriers. L'évêque Diego de Landa, qui brûla la quasi-totalité des traités astronomiques contenus dans les codex mayas, observe qu'ils nomment chaque jour à partir de trois calendriers indépendants, mais qui peuvent aussi être associés : le Tzolkin, calendrier rituel qui compte 260 « jours » (13 périodes de 20 jours associés à des divinités, animaux ou objets sacrés) et permet de savoir si une date est propice ou néfaste. Le second, civil, appelé Haab, compte, lui, 365 jours (18 mois de 20 jours + 5 jours « sans nom » réputés funestes). S'y ajoute, pour marquer le temps à plus long terme, le Compte long qui, pour chaque date, précise le nombre de jours écoulés depuis 3114 av. J.-C.

Mais le plus étonnant réside sans doute dans la précision stupéfiante des traités d'astronomie : « *Les quatre codex mayas sauvés des autodafés recèlent des tables de calcul liées aux astres* », confirme Yaël Nazé. On y apprend que les Mayas savaient déterminer la date des éclipses solaires, ou la révolution synodique (1) de Vénus qu'ils estimaient à 584 jours avec une incroyable exactitude, puisqu'elle est de 583,92 jours ! Mais ils laissent derrière eux une énigme de taille. Car en l'absence de toute trace d'instruments, on ignore toujours comment ils procédaient à leurs calculs.

CAROLINE TANCRÈDE

1. Temps que met une planète pour revenir à la même place dans le ciel par rapport au Soleil, vue de la Terre.

Égyptiens

L'ancêtre des calendriers de pierre



Les mégalithes de Nabta, érigés au V^e millénaire, indiquent le lever du Soleil, de Sirius et d'Orion à des dates précises.

NON, LES CELTES ne sont pas les premiers à avoir levé des pierres ! Dès le V^e millénaire avant notre ère, loin de Stonehenge et de Carnac, des mégalithes ont été dressés... en Afrique. L'ensemble mégalithique de Nabta Playa, au sud de l'Égypte, à 100 kilomètres d'Abou Simbel, est l'un des plus anciens au monde. Il fut érigé vers 4500 ans av. J.-C., soit bien avant ceux qui, aujourd'hui encore, parsèment le continent européen. A cette époque, l'oasis de Nabta est une étape importante pour les nomades de la région.

Étudiée à partir de 1999 par une équipe américano-polonaise dirigée par Romuald Schild et Fred Wendorf, Nabta Playa, où l'on avait déjà relevé des traces d'occupation saisonnière datant de 9000 ans avant notre ère, révèle alors d'autres vestiges. Outre des tumulus contenant des ossements de bovins et d'ovins, restes probables de sacrifices rituels, les archéologues découvrent dans l'ancienne oasis cinq alignements de mégalithes dressés dont certains atteignent trois mètres de haut et pèsent plus de dix

tonnes. Selon les calculs des archéologues, chacun de ces alignements pointe dans une direction astronomique qui ne doit rien au hasard : lever du Soleil aux solstices, aux équinoxes, lever de l'étoile Sirius, de la constellation d'Orion et direction de la Grande Ourse.

A l'instar des autres pierres dressées dans le monde, le site pose de nombreuses questions sur ses fonctions : s'agissait-il d'un lieu de culte, d'une borne d'orientation, d'un observatoire astronomique ? La réponse est sans doute dans le lien avec l'Égypte dont « *les sépultures*, explique Karine Gadré, astronome spécialiste de l'Égypte ancienne (1), *présentaient aussi une orientation astronomique particulière : leur axe principal pointait bien souvent en direction de Sirius ou d'étoiles de la ceinture d'Orion. Même si jusqu'en 2 500 av. J.-C., les objets célestes ne sont pas nommés chez les Égyptiens.* » Or, on sait aujourd'hui que les sociétés nomades, confrontées à l'aridité croissante du climat à partir du V^e millénaire, ont fini par se sédentariser sur les rives du Nil. Elles auraient alors transmis aux populations autochtones leurs repères spatiaux et temporels – solstices et équinoxes. Ainsi, l'ensemble mégalithique de Nabta Playa ne constitue pas seulement le premier calendrier de pierres. Il offre aussi une perspective nouvelle sur l'éclosion de l'astronomie dans la civilisation égyptienne. C. T.

1. Fondatrice de Culture Diff', entreprise de diffusion de la culture scientifique : www.culturediff.org



A Chaco Canyon, les Anasazis ont conçu de nombreux monuments pour repérer différents événements astronomiques.

IPRA BLOCK/NATIONAL GEOGRAPHIC/ISTOCK

Anasazis

Des almanachs dans la falaise

Navajos, Pawnees, Anasazis... Les Amérindiens qui peuplaient le continent nord-américain avant d'être décimés par les Blancs partageaient une même fascination pour les astres, en particulier le Soleil et la Lune. « *En l'absence de traces écrites, puisque ces civilisations étaient de tradition orale, il est difficile de mesurer leur savoir astronomique, mais certains monuments permettent de l'évaluer en partie. De ce point de vue, les plus intéressants sont sans conteste les Anasazis* », indique Yaël Nazé, astrophysicienne à l'université de Liège. Le territoire de ce peuple, qui atteignit son apogée entre le IX^e et le XIII^e siècle, s'étendait sur les Etats actuels du Colorado, du Nouveau-Mexique, de l'Arizona et du Nevada. Le climat aride n'empêchait ni les hivers froids et enneigés, ni, au printemps, les crues des fleuves ou le jaillissement brutal d'arroyos, ces rivières asséchées qui se font torrents au moindre

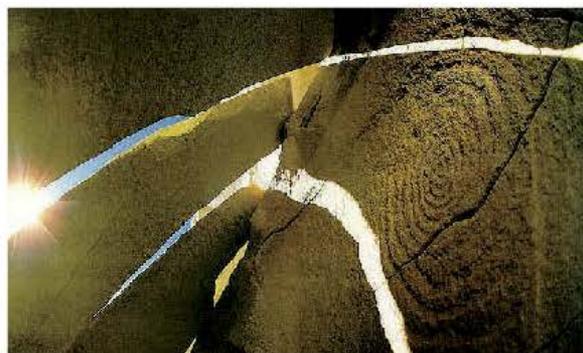
orage. Dans ce contexte climatique rude, seule une lecture du positionnement des astres permettait d'anticiper les événements météorologiques et de déterminer la date des semis ou des récoltes.

Horloge astronomique

C'est à Chaco Canyon, vaste ensemble regroupant plus de 3 600 sites archéologiques, que l'on relève les traces les plus nombreuses de cet intérêt pour l'obser-

vation des étoiles. Sur le complexe de Pueblo Bonito, abandonné au XII^e siècle, on a par exemple retrouvé dans les murs de bâtiments en ruine des « fenêtres canaux » creusées très exactement selon un axe qui permet à la lumière d'y pénétrer aux levers ou aux couchers des solstices d'été et d'hiver, « *une sorte de calendrier lumineux qui ponctue l'année* », commente Yaël Nazé. Plus loin, à Fajada Butte, deux pétroglyphes servent d'horloge astronomique. Protégés par des rochers plats qui ne laissent passer la lumière du Soleil sur les côtés ou le centre du dessin que les jours de solstice et d'équinoxe.

Autre trésor de Chaco Canyon : un escalier creusé dans la falaise mène à un pictogramme qui est coupé par un fin rai de lumière au lever du Soleil, le jour du solstice d'été. Grâce à ces repères, les Indiens pouvaient ponctuer le temps et s'y repérer avec presque autant d'aisance que dans leur espace géographique. C. T.



Au solstice d'hiver, deux rais de lumière encadrent la spirale gravée au cœur de Fajada Butte.

L'APRÈS-MIDI

Ils ont conquis une à une les îles du Pacifique. Avec pour unique boussole leur prodigieuse connaissance des houles, des astres et des nuages.

Les Polynésiens, des marins dans le sillage des étoiles

En 1769 eut lieu en plein Pacifique, à Tahiti, une singulière rencontre entre deux des plus grands navigateurs de leur temps. D'un côté, l'explorateur britannique James Cook (1728-1779), embarqué à bord du trois-mâts HMS Endeavour pour un tour du monde dont les principaux objectifs étaient l'observation du transit de Vénus et la quête d'un hypothétique continent austral. Face à lui, Tupa'ia (1725-1770), navigateur et prêtre polynésien originaire de Raiatea, l'une des îles de la Société.

Deux traditions maritimes aux antipodes l'une de l'autre entraient en contact. Les Anglais, pour naviguer dans ce bout du monde presque inconnu, dépendaient de tout l'arsenal moderne des navigateurs européens : compas magnétique, octant, chronomètres, cartes marines,

REPÈRES

► 50 000 - 30 000

ANS AV. J.-C. : Les hommes modernes commencent à se disperser en Océanie, dans des îles rapprochées.

► A PARTIR DE 1500 AV. J.-C. : Peuplement de la Mélanésie et de la Polynésie occidentale.

► 700 - 1000 APR. J.-C. : Dernière vague d'expansion. La Polynésie orientale est colonisée.

tables astronomiques... Tupa'ia, lui, pouvait sans aucun instrument ni carte couvrir des centaines de milles hors de vue de toute terre et arriver à la destination prévue sans coup férir. Il était capable d'établir une liaison mentale directe entre l'image du ciel qui s'offrait à son regard et l'azimut réel d'un grand nombre d'îles situées à des milliers de kilomètres de là.

Le Tahitien pilota l'Anglais dans l'immensité du Pacifique, jusqu'en Nouvelle-Zélande et le long de la côte est de l'Australie. Grâce à ses indications, les officiers du HMS Endeavour dressèrent une carte marine, la « carte de Tupa'ia », qui comptait pas moins de 74 îles et couvrait presque le tiers du Pacifique. Ce document est d'autant plus rare que les navigateurs océaniques se gardèrent bien de dévoiler la teneur de leurs techniques

de navigation aux Européens – un art encore aujourd'hui entouré de secret.

De quand datent-elles ? Les ancêtres de Tupa'ia les utilisèrent-elles pour découvrir puis peupler toutes les terres du Grand Océan ? Difficile à dire. « *Les savoir-faire que nous pouvons reconstituer grâce aux grandes explorations occidentales, à partir de Magellan, avaient sans doute cours depuis quelques dizaines d'années, peut-être cent ou deux cents ans. Mais ce qui existait exactement au moment du peuplement du Pacifique n'est qu'hypothèse* », estime l'ethnoarchéologue Hélène Guiot, de l'université Paris X. A partir des années 1960, toutefois, des pans entiers des connaissances nautiques indigènes ont été recueillis par des anthropologues et sauvés de l'oubli. « *L'ethnologie, l'archéohistoire et la lin-*





guistique peuvent nous éclairer sur les techniques ancestrales, souligne Hélène Guiot. Mais beaucoup de choses se sont diluées dans le temps. Nous avons affaire à des cultures de tradition orale : ce qui a été préservé n'est qu'un reflet des connaissances des pionniers. »

Un gigantesque planétarium

En quoi consistaient ces connaissances ? Pour Emmanuel Desclèves, vice-amiral et membre de l'Académie de marine, « *les Océaniens ont inventé la navigation hauturière. Ils ont pu partir vers l'inconnu parce qu'ils avaient développé une science maritime complète. Elle reposait sur trois piliers : des techniques de navigation sophistiquées, mais aussi des bateaux très performants et des marins remarquables, maîtrisant l'hygiène, la nourriture, la boisson et toutes les stratégies de survie pour des traversées pouvant durer plusieurs mois. Pour ceux qui ne naviguent pas, cela peut paraître simple, mais ça ne l'est absolument pas.* »

Voyager en pleine mer demandait d'abord de savoir s'orienter, afin de pouvoir tenir un cap vers une destination spécifique jusqu'à ce que la terre soit en vue. Cet itinéraire était décidé et suivi grâce à la voûte céleste : le mouvement du Soleil pendant le jour, celui des étoiles, beaucoup plus précis, la nuit. Pour un navigateur du Pacifique,

le bateau représentait un point fixe autour duquel le ciel et les îles à l'horizon tournaient en permanence. Sa vision était celle d'un gigantesque planétarium. La « latitude » finale du voyage pouvait être donnée par l'étoile culminant au-dessus de l'île à atteindre – Sirius, par exemple, correspond à peu de choses près à la latitude de l'île de Raiatea (16°45' Sud). Une fois la latitude repérée, il suffisait de venir au point culminant de l'étoile pour trouver l'île recherchée.

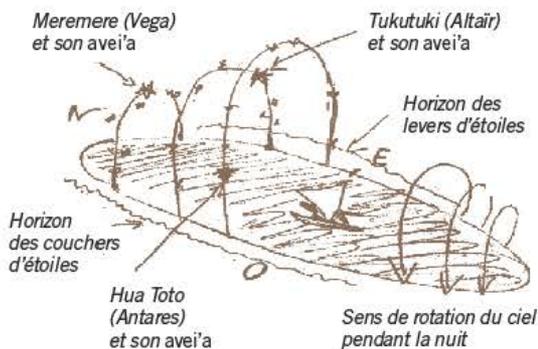
Sous ces latitudes, les étoiles surgissent de la mer perpendiculairement à l'horizon, vers l'est, puis décrivent un arc de cercle plus ou moins haut avant de se coucher symétriquement vers l'ouest, marquant ainsi sur l'horizon deux points reliés par un arc de cercle. Les 360 degrés de l'horizon pouvaient donc être repérés par les points de lever et de coucher de 16 « étoiles-guides », véritable « boussole stellaire » ponctuée de 32 repères. Toutes les étoiles se levant au même endroit qu'une étoile-guide étaient apprises et reliées entre elles par un « chemin d'étoiles », ou *avei'a*, offrant une direction constante à suivre pour le pilote (*voir le schéma p. 22*). Celui-ci devait avoir mémorisé tout l'*avei'a* associé à l'étoile-guide de sa destination, mais aussi celui de l'étoile opposée, car c'était elle qui permettrait de connaître la direction à suivre pour le retour, et ceux des étoiles situées ●●●

Bateau des îles
Carolines, gravure
du XIX^e siècle.

MUSEE DE LA MARINE, PARIS/DAZLORTI, PICTURE DESK



SUËTONE/HÉMS.FR



Les étoiles se levant au même endroit qu'une « étoile-guide » étaient liées entre elles par un « chemin d'étoiles », l'*avei'a*. Les levers ou couchers successifs des étoiles d'un *avei'a* indiquaient une direction constante.

●●● à angle droit, à gauche et à droite, qui servaient de garde-fou! Certaines régions utilisaient des systèmes de navigation encore plus complexes. En Micronésie, les navigateurs avaient recours à la triangulation : ils fragmentaient leur voyage en segments d'inégale longueur appelés *etaks*, chaque *etak* formant un triangle composé des îles de départ et d'arrivée ainsi que d'une troisième, visible ou non, qui pouvait même être imaginaire! Une telle connaissance astronomique force l'admiration d'Emmanuel Desclèves : « Certains de ces

navigateurs avaient mémorisé une idée très précise du cheminement dans le ciel de 150 ou 200 étoiles. C'est considérable quand on sait que, dans les éphémérides nautiques modernes, 57 étoiles seulement sont répertoriées! » Mais ce savoir ne s'acquerrait qu'au prix d'un apprentissage qui pouvait durer toute une vie. Il était transmis aux seuls initiés (parfois des filles). Les capacités de mémorisation des Océaniens étaient considérables : au début du *xx^e* siècle, les missionnaires britanniques durent interdire la pédagogie par transmission orale afin que leurs élèves apprennent à lire, car ils retenaient des passages entiers des Écritures rien qu'en les entendant! Des chants mettant en scène des animaux qui servaient de repères mnémotechniques aidaient en outre les futurs navigateurs à apprendre les chemins d'étoiles. Mais la science de la navigation océanique était loin de se restreindre à la « boussole » stellaire. « Quand le ciel est couvert, savoir naviguer aux étoiles ne suffit pas, relève Emmanuel Desclèves. Le véritable secret des Polynésiens, c'est qu'ils maîtrisaient un nombre de paramètres vertigineux : la couleur de l'eau, la température, la salinité, la forme des vagues, les algues, les poissons, les nuages, le vent, les oiseaux, la houle, le courant... absolument tout ce qu'on peut voir, sentir ou entendre en mer. » Parmi ces innombrables

Bougainville surclassé par les pirogues

Les pirogues des Polynésiens étaient incroyablement performantes. « Leurs qualités de vitesse, de finesse, de légèreté surprennent les architectes navals actuels, apprécie Emmanuel Desclèves. L'explorateur français Bougainville a rapporté qu'alors que ses navires naviguaient à 8 nœuds, les pirogues tournaient autour d'eux "aussi aisément que s'ils eussent été à l'ancre", ce qui veut dire qu'elles marchaient à plus de 20 nœuds! Une performance à la voile que les Occidentaux n'ont pas

dû égaler avant les années 1950... » Les pirogues doubles (les catamarans d'aujourd'hui) étaient utilisées pour les voyages de peuplement. Mesurant de quinze à vingt mètres de long, elles étaient capables de transporter des dizaines de passagers avec tout leur viatique. Les bateaux ancestraux restent mal connus sur le plan archéologique : « En Polynésie française, on dispose des restes d'une pirogue, de pagaies et d'écopes qui datent d'environ 1100 de notre ère; on a également quelques

vestiges dans des marécages de Nouvelle-Zélande, ou dans des grottes sèches de Hawaï », précise Héléne Guiot. Mais d'autres sources sont mises à profit : « La comparaison de pirogues actuelles avec ce qui existe en Asie du Sud-Est a permis de reconstituer des formes communes. La linguistique aide aussi à retrouver des lexiques. » L'étude des mots désignant la voile, le mât, les balanciers et les tangons indique par exemple que les embarcations étaient propulsées par le vent il y a au moins 5000 ans.

paramètres, une connaissance poussée des vents : les navigateurs savaient, en fonction du lieu et de l'époque de l'année, décrypter leurs caractéristiques à l'oreille et prédire leur évolution. Au besoin, des « boussoles éoliennes », composées de deux noix de coco émettant chacune un son distinct lorsque le vent soufflait, permettaient de se rendre compte en pleine nuit que le bateau avait changé de cap.

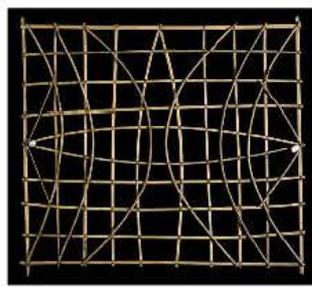
Un cochon à la mer !

L'analyse des houles amples et régulières soulevées par les différents vents dominants du Pacifique servait également aux marins à tracer leur route. Lorsque trois ou quatre houles se croisaient, ils étaient capables de décomposer leurs mouvements et d'identifier la houle dominante grâce aux mouvements du bateau et aux sensations de leur propre corps. Le navigateur David Henry Lewis, qui a étudié la navigation traditionnelle polynésienne, a rapporté à ce propos : « J'ai entendu dire de plusieurs sources que l'instrument le plus sensible, ce sont les testicules d'un homme, et que quand il fait nuit ou que l'horizon est caché, ou s'il est à l'intérieur de la cabine, c'est la méthode qu'il utilise pour repérer la provenance de la houle au large d'une île. » Les perturbations des trains de houle engendrés par la présence d'une terre indiquaient également qu'un havre était proche. Aux îles Marshall existaient des « cartes à bâtonnets » représentant ces zones de houles contrariées. Les terres y étaient matérialisées par des coquillages, les houles par des baguettes, et les courants par des fibres végétales. Elles devaient être mémorisées avant le départ et n'étaient jamais consultées à bord, honneur du capitaine oblige!

Naviguer dans la bonne direction était une chose, ne pas rater sa destination en était une autre. Repérer de tout petits bouts de terre noyés dans les immensités océaniques faisait donc partie du bagage de tout navigateur océanien expérimenté. Les oiseaux marins étaient pour cela de précieux auxiliaires. Nichant à terre, mais partant chaque matin se nourrir en mer, sternes, noddis, fous et frégates, chacun avec son vol caractéristique, renseignaient les navigateurs sur la



MUSÉE DE TAHITI ET DES ILES



THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM

Trois objets océaniens servant à la navigation. A gauche, une rose des vents trouvée à Tahiti. A droite, un *matang*, carte des houles des îles Marshall (fin du XIX^e s). Les coquillages indiquent les îles, les intersections des bâtonnets marquent le croisement des houles contraires. Ci-contre, un aide-mémoire servant de support à la transmission des connaissances, en fibres de coco et d'écorce.

direction de la terre et la distance maximale restant à parcourir. Les animaux domestiques étaient aussi précieux, raconte Hélène Guiot : « Lorsqu'on jetait un cochon à la mer, grâce à son odorat, il nageait d'instinct vers une terre. Il n'y avait plus qu'à le suivre... Et à le récupérer, bien sûr, car c'était un animal très important pour toutes les sociétés océaniques! »

D'autres signes, encore, permettaient aux navigateurs de se repérer. Les nuages signalaient la proximité d'une île. Par leur forme (un cumulus solitaire, même dans un ciel nuageux, indiquait une terre à l'aplomb), mais aussi leur couleur : les lagons reflétaient une couleur turquoise, les terres une teinte brune. Même dans un ciel dégagé, une surbrillance ou un trait plus sombre marquait la présence d'une île invisible à l'œil nu. L'état de décomposition des végétaux flottant sur l'eau informait aussi sur la proximité de la terre. Quant aux courants, les pilotes pouvaient sonder leurs variations de température... grâce à certaine zone sensible de leur postérieur!

S'il reste beaucoup à découvrir sur les connaissances de ces navigateurs, l'absence d'artefacts limite nos capacités de reconstitution. Mais il est parfois d'heureuses trouvailles : deux voiles des îles de la Société ont ainsi été retrouvées dans les réserves du British Museum en 1999. Et il reste peut-être, dans la mémoire des anciens, des chansons ou des récits qui nous dévoileront un nouveau pan de ce savoir, relevant d'une intimité avec la mer qu'aucun autre peuple n'a approchée à ce point. LAURENT BRASIER

+ Emmanuel Desclèves, *Le Peuple de l'Océan. L'art de la navigation en Océanie*, L'Harmattan, 2011

Hélène Guiot (dir.), *Vivre la mer. Expressions océaniques de l'insularité*, Presses universitaires de Rennes, 2013

La Promesse d'une île, exposition à la Corderie royale de Rochefort (17), jusqu'au 31 décembre 2013



D. SCHER/MUSEUM LUISCHERBOURG

Vikings L'Amérique sans boussole



HISTORISKA MUSEUM, OSLO/PICTURE DESK

La girouette est le seul instrument de navigation attesté chez les Vikings dès le IX^e siècle. C'est à cette époque qu'a été construit le bateau ci-contre.

MERIVER FOR MAN/WITHE PICTURE DESK

Comment les Vikings ont-ils pu braver l'Atlantique sans l'aide d'instruments de navigation ? Les techniques qui leur ont permis d'accoster en Amérique du Nord et au Groenland, plus de 500 ans avant Christophe Colomb, restent une énigme. « *Il n'y a plus de discussion sur le fait qu'ils ont atteint au moins Terre-Neuve et les terres proches de l'embouchure du Saint-Laurent, ainsi que l'indique le site archéologique de l'Anse aux Meadows, découvert en 1960, indique Pierre Bauduin, professeur d'histoire à l'université de Caen. En revanche, savoir s'ils ont utilisé des instruments de navigation reste une question très débattue...* »

Il faut dire que les indices matériels sont maigres. On sait au moins que les Vikings, dès le IX^e siècle, équipaient leurs navires de girouettes de cuivre pour connaître la direction du vent. Un demi-disque en bois retrouvé au Groenland et daté de l'an 1000 pourrait avoir fait office de compas solaire. Sur son pourtour, des encoches marquent les 32 points du compas et, à sa surface, deux lignes

incisées correspondent à la trajectoire du Soleil aux équinoxes et au solstice d'été. En son centre, un trou témoigne de l'emplacement d'un gnomon (1). Pour lire le point sur les encoches, il fallait tourner le disque jusqu'à ce que l'ombre du gnomon touche la ligne appropriée.

Les Vikings ont peut-être aussi recouru à *solskuggerrfjol* (« planche à ombre solaire »), un morceau de bois cir-

culaire de 25 à 30 centimètres, muni lui aussi d'un gnomon réglable en hauteur et gravé d'un cercle correspondant à la latitude. Il suffisait d'observer où se situait l'ombre du soleil à midi : au-delà du cercle, le bateau était trop au nord de la latitude recherchée ; en deçà, trop au sud. L'instrument était utilisé aux Féroé à l'époque moderne, « *mais cela ne permet pas d'affirmer qu'il existait à la période viking* », relève Pierre Bauduin. Autre hypothèse, très controversée, l'utilisation d'une « pierre de soleil », un cristal dont les propriétés optiques auraient permis de retrouver notre étoile même par temps couvert (lire *Sciences et Avenir* n° 795, mai 2013).

Gardez votre bateau pimpant

« *L'essentiel de leurs techniques de navigation venait de l'observation* », conclut Pierre Bauduin. Les navigateurs vikings savaient ainsi exploiter le moindre indice fourni par leur environnement : amers et paysages, direction et force des courants, variations saisonnières des vents et de la nature des eaux, oiseaux et animaux marins... Ce savoir nautique ancestral fut tardivement consigné par écrit. Le *Landnámabók* (« Livre de la colonisation ») explique qu'en faisant voile de Norvège jusqu'à l'extrémité méridionale du Groenland, « *vous passerez si près des îles Shetland que vous les verrez par temps clair, si près des Féroé qu'elles paraîtront à moitié hors de l'eau et si près de l'Islande que vous en verrez les oiseaux et les baleines* ». Le *Miroir du roi*, un texte éducatif du XIII^e siècle, comportait enfin ce sage conseil : « *C'est en gardant votre bateau pimpant que des hommes compétents vous rejoindront et que vous aurez un bon équipage.* »

LAURENT BRASIER

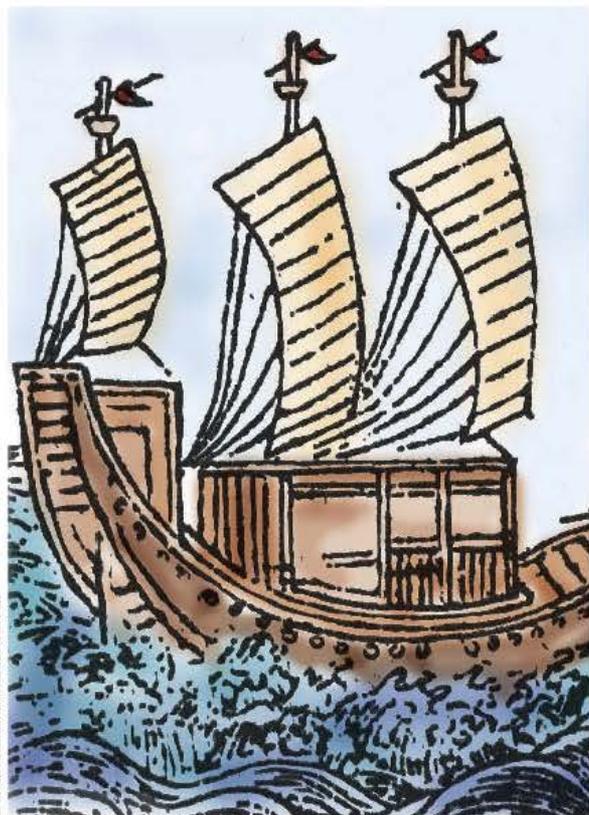
1. Aiguille de cadran solaire

Chinois L'ÉNIGME DES BATEAUX-TRÉSORS

QUE RESTE-T-IL des six flottes de « bateaux-trésors » chinoises qui sillonnèrent, entre 1405 et 1433, l'océan Indien, le golfe Persique, la mer Rouge et les côtes africaines? « *Les expéditions maritimes chinoises du premier tiers du x^e siècle demeurent encore entourées de mystère* », explique l'historien Jérôme Kerlouegan, spécialiste des Ming à l'université d'Oxford. Pourquoi ces voyages au long cours, nés de la volonté de l'empereur Yongle, qui se voulait maître d'un empire mondial, se sont-ils arrêtés brutalement? « *La fin des grandes expéditions s'inscrit dans un repli général de la Chine des Ming* », poursuit Jérôme Kerlouegan. Des années 1420 à 1430, un déclin des armées, associé à des défaites navales, auraient poussé l'Empire du Milieu à recentrer sa défense sur les frontières du Nord face à la menace mongole. Mais surtout, dès la mort de

Yongle (1424), le pouvoir, alors sous la coupe du corps influent des eunuques – puissants lobbystes à l'origine des expéditions –, serait tombé aux mains des lettrés confucianistes, lassés des dépenses exorbitantes entraînées par ces voyages « inutiles ». En 1436, un décret interdit la construction des navires de haute mer. « *Une tradition persistante veut que les Chinois aient "détruit" à ce moment-là les documents liés aux expéditions du début du x^e siècle. Ce qui n'est pas exact*, indique l'historien. *Par contre, il est vrai que dès le x^e siècle, on ne disposait plus d'aucun document lié à ces expéditions. Longtemps oubliés, ces voyages maritimes n'ont refait surface qu'au moment de la construction du nationalisme chinois, à la fin du x^e siècle.* » Rien n'exclut qu'un jour, on en retrouve des traces écrites...

BERNADETTE ARNAUD



GRANGER COLLECTION/LE DES ARCHIVES

Les navires de l'empereur Yongle auraient atteint l'Afrique.

Phéniciens Vingt-deux siècles avant les Portugais!

Is auraient effectué la première circumnavigation de l'Afrique! Plus de deux mille ans avant l'explorateur portugais Bartolomeu Dias (vers 1450-1500), les Phéniciens – peuple antique de commerçants et de marins, vivant dans la région de l'actuel Liban – auraient en effet doublé le cap de Bonne-Espérance.

Un périple mentionné par Hérodote dans ses *Histoires*. L'historien grec y rapporte que vers 600 av. J.-C., le pharaon Nékaou II missionna des marins phéniciens pour un tour de la « Libye » (l'Afrique) de trois ans. Partis de mer Rouge, ils descendirent le long de la côte orientale pour doubler le cap de Bonne-Espérance, puis remontèrent à travers l'Atlantique vers le détroit de Gibraltar. Toujours selon Hérodote, ils naviguaient pendant la belle saison, s'arrêtaient à l'automne afin de semer du blé et repartaient après la moisson. Pour l'his-

torienne Josette Elayi, spécialiste de la Phénicie, l'exploit est « *probablement authentique, car Hérodote révèle un détail auquel lui-même refuse de croire : au départ, les marins ont le soleil qui se lève à leur gauche, mais au retour, ils l'ont à droite!* »

Les marins phéniciens sont capables d'affronter de grosses mers grâce à deux apports techniques : une quille qui renforce la stabilité de leurs navires et des voiles qui, en allégeant le nombre de rameurs, augmentent leur rayon d'action. Ils ont, par ailleurs, appris à estimer leur latitude à partir de l'étoile Kochab, dans la Petite Ourse.

Au v^e siècle av. J.-C., des navigateurs de Carthage, l'une des colonies de la civilisation phénicienne, continuent de s'illustrer sur mer. Pline l'Ancien relate le périple d'Himilcon, parti établir dans l'Atlantique Nord une route maritime

destinée à assurer le monopole de l'étain. « *Ce métal pouvait venir de Cornouailles (les îles Cassitérides, ou îles de l'Étain, correspondent peut-être aux Sorlingues, à la pointe de la Cornouailles), de la Bretagne française par la vallée du Rhône, ou encore de Galice – les bateaux contournant l'Espagne et longeant les côtes portugaises* », raconte Josette Elayi.

Sans doute contemporain d'Himilcon, un autre navigateur, Hannon, s'aventura dans l'Atlantique Sud, le long des côtes africaines, à la tête d'une soixantaine de navires. Il explora le delta du fleuve Sénégal puis parvint dans le golfe de Guinée avant de rebrousser chemin. Le récit de son voyage, gravé dans le temple de Baal-Hammon à Carthage, est le seul document de première main sur l'exploration de cette partie du monde avant les expéditions portugaises du x^e siècle.

LAURENT BRASIER



GIANLUIGI ORTICO/REIS

Bateau de commerce phénicien, 1^{er} siècle apr. J.-C.



Magie et savoir pratique étaient utilisés à parts égales par les guérisseurs précolombiens. Ici, un chaman effectue un rituel de guérison sur une femme. Vase de céramique, culture mochica, de 100 à 700 apr. J.-C.

LES SAVANTS GUÉRISSEURS DU NOUVEAU MONDE

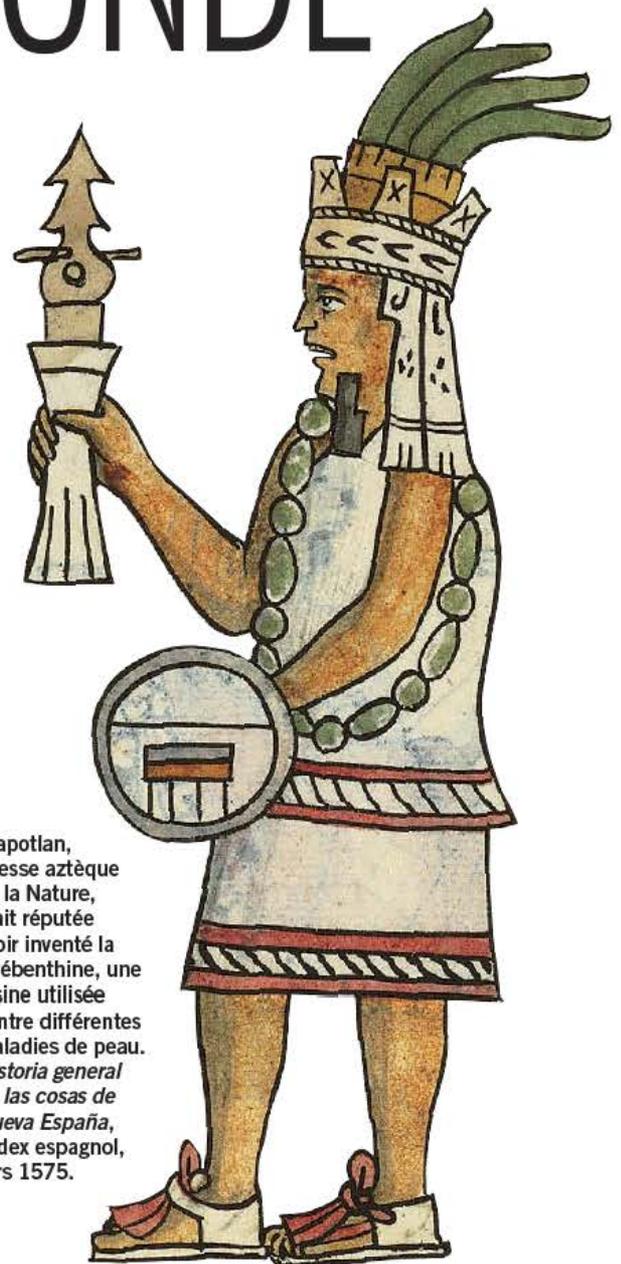
Riches d'une pharmacopée comprenant des milliers de plantes, les chamans amérindiens ont donné aux *conquistadores* une leçon en matière de médecine.

En 1519, à peine débarqué sur les côtes de l'empire aztèque (actuel Mexique), Hernán Cortés est placé devant une terrible situation. Flanké de sa petite armada de marins, soldats, esclaves noirs et indiens embarqués depuis Cuba, le *conquistador* doit poursuivre sa mission : conquérir l'Amérique pour le trône d'Espagne et s'emparer de ses richesses. Mais ses troupes sont décimées par les maladies tropicales, les blessures, la faim, la soif. Face au désastre annoncé, les Espagnols n'ont d'autre choix que de recourir à la pharmacopée locale indigène... et d'en reconnaître très vite l'indéniable efficacité!

Résultat : malgré les nombreuses superstitions qui entourent l'usage de ces remèdes, Cortés s'oppose, dès 1522, à la venue de médecins européens, qu'il considère comme inutiles. A la cour d'Espagne, la décision fait grand bruit. C'est la re-

connaissance affichée de la science des peuples précolombiens, dans le domaine médical du moins.

Stricto sensu, l'ère précolombienne a pris fin quelques décennies plus tôt, avec l'arrivée, le 12 octobre 1492, de Christophe Colomb sur la terre des Bahamas, porte du Nouveau Monde. Mais notre connaissance de cette conquête doit tant aux écrits laissés par une poignée de *conquistadores* que l'on fait désormais courir la période jusque vers 1550. Les massacres et les épidémies sont alors omniprésents, et les destructions d'une violence inouïe. Pourtant, quelques Espagnols, subjugués par le niveau de connaissances des peuples qu'ils rencontrent, se rapprochent des Indiens et tentent de comprendre, écrire et dresser l'inventaire de leurs savoirs, notamment médicaux. Très vite, ils réalisent que les hommes qu'ils viennent de soumettre appartiennent à de ●●●



Tzapotlan, déesse aztèque de la Nature, était réputée avoir inventé la térébenthine, une résine utilisée contre différentes maladies de peau. *Historia general de las cosas de Nueva España*, codex espagnol, vers 1575.

●●● grandes civilisations qui se sont succédé au fil des siècles : certaines d'ores et déjà anéanties, comme celle des Mayas – installée dès 2000 av. J.-C. et qui perdura jusqu'à la fin du x^e siècle en Amérique centrale ; mais d'autres, comme les civilisations aztèque au Mexique central et inca sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, au sommet de leur puissance. Le seul empire inca s'étend alors de la Colombie au nord du Chili ! Il suffira pourtant de quelques décennies pour que ces civilisations soient détruites, pillées, décimées par les maladies des Occidentaux. Elles nous laisseront, malgré tout, une quantité remarquable de sépultures, momies, poteries, objets usuels. Et même quelques très rares manuscrits, qui témoignent de leur supériorité à l'époque dans bien des domaines.

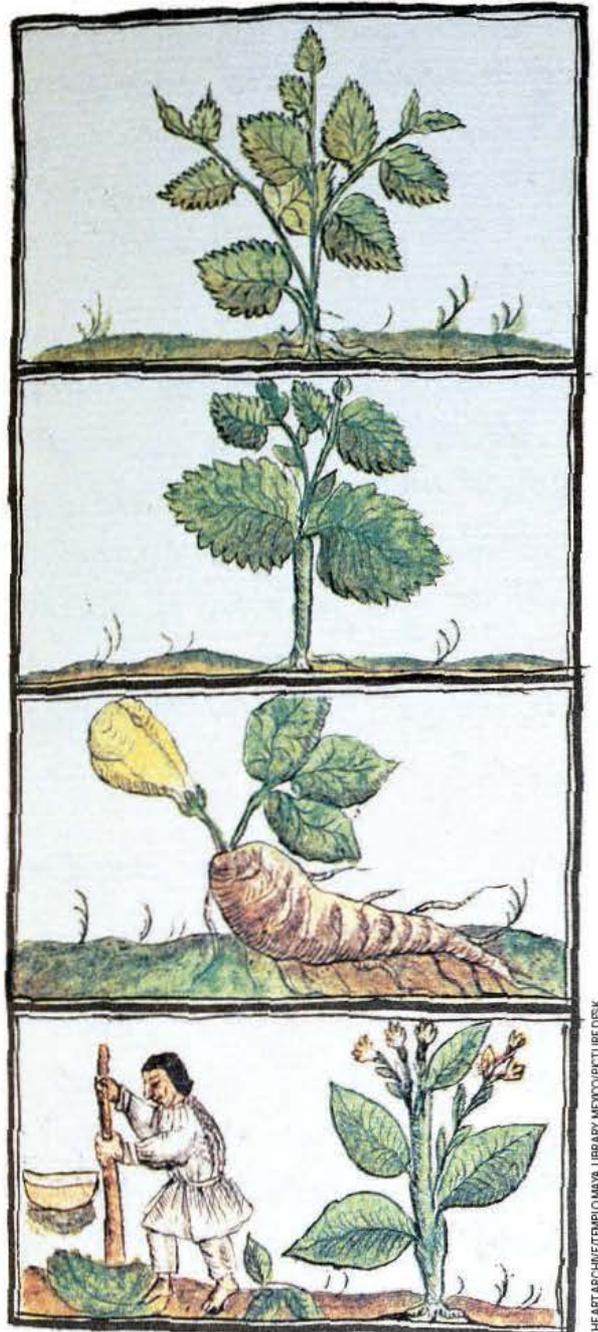
En matière médicale, l'extraordinaire biodiversité végétale, minérale et animale que recèle cette région du monde n'est certainement pas étrangère au niveau de connaissances atteint au moment de la conquête. « *Le Pérou compte à lui seul environ 20 000 espèces végétales*, confirme Geneviève Bourdy, ethnopharmacologue à

l'UMR 152 (IRD-UPS, Pharma-dev) à Toulouse. *Parmi elles, on estime qu'environ 10 % étaient utilisées à l'époque pour leurs propriétés médicinales !* » Cette pharmacopée précolombienne que les Espagnols découvrent alors et dont, 500 ans plus tard, les chercheurs occidentaux continuent de s'étonner, a offert à l'humanité parmi ses médicaments les plus salvateurs. Le pneumologue Jean Brune, professeur honoraire à l'université Claude-Bernard de Lyon, mentionne, entre autres grandes découvertes précolombiennes, le quinquina qui donna la quinine, antipaludique ; l'ipéca, à l'origine de l'émétine, antidiarrhéique ; le curare, anesthésiant... Des apports si importants, selon lui, que « *grâce à eux, notre pharmacopée s'est davantage enrichie en 500 ans que pendant les 4 500 ans qui ont séparé Imhotep, le "père" de la médecine égyptienne, de l'arrivée des conquistadores dans le Nouveau Monde* ».

Pustules et becs-de-lièvre

Il a fallu le travail de plusieurs générations d'anthropologues, archéologues, ethnobotanistes et ethnopharmacologues pour prendre la mesure de ces connaissances médicales. Pour les scientifiques, il s'agit de remonter le temps grâce à des traces tangibles, car il est hasardeux de ne se fonder que sur l'usage contemporain d'une plante pour dire qu'il y a un demi-millénaire, des hommes l'utilisaient de la même manière au même endroit. « *Nous préférons partir de ce que nous découvrons*, précise Geneviève

Plantes médicinales utilisées par les Aztèques, représentées dans l'*Historia general de las cosas de Nueva España*, vers 1575. Cet ouvrage de Bernardino de Sahagún est une des sources majeures de connaissances sur la pharmacopée précolombienne.



THE ART ARCHIVE/TEMPLO MINA LIBRARY/MEDICOPICTURE DESK



THE ART ARCHIVE/TEMPLO MINA LIBRARY/MEDICOPICTURE DESK

Bourdy. *Et les indices sont multiples! Présence de pollens ou de fragments de plantes sur des sites archéologiques, de plantes médicinales sur une momie pré-inca comme celle découverte à Tihuanaco, dans les Andes, ou encore de feuilles de coca et de plantes hallucinogènes dans les poches de Juanita, une jeune Inca sacrifiée retrouvée en 1996 à 6 300 mètres d'altitude dans la Cordillère.* »

Le terrain des recherches est vaste... Sur des stèles gravées de Chavin de Huantar, au Pérou, on a récemment identifié des dessins de prêtres guérisseurs de la culture Chavin (900 av. J.-C.) tenant dans leurs mains des cactus colonnaires, preuve de leur utilisation très ancienne en médecine. Dans les musées, les céramiques entassées dans les réserves se sont aussi avérées une source précieuse. En se rendant en 1976 à Lima et Trujillo au Pérou, les anthropologues français Simone et Guillaume Valette, qui tentaient de confirmer si certaines des centaines de pièces collationnées avaient un intérêt médical, furent comblés : sur deux vases mochicas – vestiges d'une culture précolombienne qui s'épanouit du I^{er} au VI^e siècle apr. J.-C. – apparaît un guérisseur, « un personnage ambulant, analogue aux chefs de village qu'on peut encore rencontrer dans les régions andines aujourd'hui... Sur l'un des vases, il semble ausculter un malade, sur l'autre, il confectionne une préparation pharmaceutique à l'aide d'un pilon et d'un mortier ». Pour le couple, les marchés aux plantes médicinales de Lima au Pérou sont aujourd'hui semblables à ceux de Cuzco au temps des Incas. On y vend toujours coca et plantes, conditionnées sous les mêmes formes.

« Ces scènes sur les poteries étaient absolument essentielles pour les Indiens, car elles immortalisent le sacré, explique Denis Bombardier, ethnologue à la Société française d'ethnopharmacologie de Metz, qui rassemble plus de 700 chercheurs dans le monde dans le but de recueillir les savoirs locaux et traditionnels. *Becs-de-lièvre et pustules peints sur les vases et objets usuels sont l'expression d'une punition divine.* » C'est pourquoi,



« On estime qu'environ 2000 espèces végétales étaient utilisées par les Incas pour leurs propriétés médicinales »

Geneviève Bourdy

dans l'ancien Pérou, le *curandero*, le guérisseur, devait entrer dans le monde des esprits afin de déterminer la cause surnaturelle de la maladie avant de livrer son diagnostic. Ainsi le bec-de-lièvre, chez les Mexicas, était-il attribué aux éclipses lunaires... que la future mère devait bien se garder d'observer pour préserver son enfant de cette infirmité.

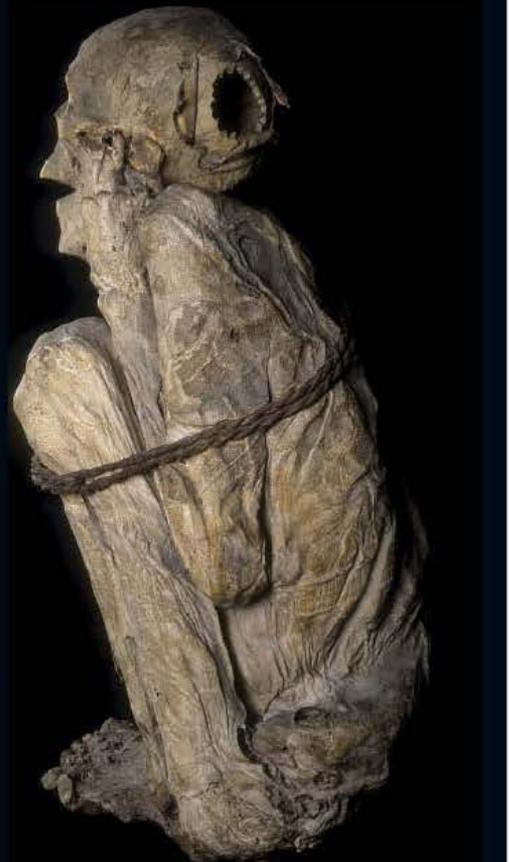
Poudre d'obsidienne bouillie

A défaut de textes autochtones, pour la plupart détruits, les manuscrits laissés par les *conquistadores* constituent aussi une importante source d'informations. Tout en accompagnant la conquête,

au fur et à mesure qu'ils s'enfonçaient sur le continent sud-américain, quelques lettrés espagnols, missionnaires ou médecins le plus souvent, notaient et dessinaient tout ce qu'ils observaient chez les Aztèques et, quelques décennies plus tard, chez les Incas. Ces manuscrits étaient nourris de témoignages oraux recueillis auprès des indigènes. Grâce à eux, une partie importante du puzzle des anciens usages médicaux a pu être reconstituée. Par exemple, les descriptions, dès 1570, du franciscain espagnol Bernardino de Sahagún (1499-1590) dans *L'Historia general de las cosas de Nueva España*, un codex en ●●●

CHIRURGIE SANS BISTOURI

Au XVI^e siècle, la pratique de l'anthropophagie rituelle et des sacrifices humains apporta aux Incas une connaissance chirurgicale inégalée, comme en témoignent les multiples trépanations observées sur les corps retrouvés. A l'aide d'une obsidienne (pierre noire à effet antiseptique) taillée, le chirurgien pénétrait sous la boîte crânienne sans toucher la dure-mère. Il pouvait redresser le crâne, s'aidant parfois d'une prothèse en métal ou à base d'hévéa. « Une étude menée sur 150 crânes trépanés montre que 60 % portent des traces de solidification, qui laissent penser à une guérison », rapporte l'ethnologue Denis Bombardier. Chez les Chachapoyas, peuple andin ayant vécu de 900 à 1450 apr. J.-C., plusieurs momies au crâne trépané ont également été retrouvées (photo ci-contre). Les Incas pratiquaient aussi l'amputation, réalisée avec une lame en obsidienne après anesthésie du muscle avec des feuilles de coca et d'autres plantes. Les tissus étaient recousus à l'aide d'aiguilles d'os ou de cheveux humains. Chez les Mayas et les Aztèques, le travail était même achevé par des fourmis géantes, dont les mandibules pinçaient les bords de la plaie. On segmentait l'abdomen de l'insecte, et les mandibules, restant ancrées, faisaient office d'agrafes naturelles !



GILLES MERMET/ LA COLLECTION

« Des milliers d'années de savoirs s'évanouissent en une génération ! »

Que nous reste-t-il des savoirs traditionnels des peuples précolombiens ?

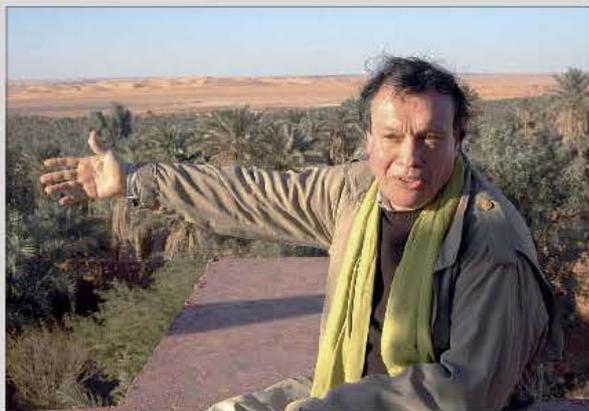
On estime que nous en avons hérité moins de 10 %. Ce qui a survécu chez les Indiens du XXI^e siècle est le plus souvent mixé à des savoirs occidentaux.

Pourtant, des hommes les transmettent...

Dans les sociétés structurées, c'est au chaman que revient cette fonction grâce à sa très grande connaissance des plantes médicinales et hallucinogènes. Dans les villages plus isolés, ce sont les femmes qui ramassent et utilisent les plantes au gré de leurs besoins. Mais pour survivre, les Indiens sont souvent obligés d'aller travailler dans les villes, parfois de s'y installer. La transmission aux enfants ne se fait plus. Les savoirs médicaux sont abandonnés au profit d'une médecine occidentalisée et chère.

La pratique quotidienne est-elle nécessaire à la survivance des savoirs traditionnels ?

Absolument ! La connaissance d'une plante, par exemple, est toujours liée à la complexité de ses utilisations. Quel conditionnement, quelle posologie pour quel effet ? C'est très précis. Au Pérou, une étude chez les Indiens quechuas a montré qu'ils recouraient à plus de 150 espèces de végétaux pour leurs besoins quotidiens. Selon la posologie, le curare est un anesthésiant, un poison ou un hallucinogène ! Chaque fois qu'une communauté



disparaît, il y a perte de son savoir.

En quoi le développement actuel menace-t-il les descendants des peuples précolombiens ?

Avec les Espagnols, les Indiens ont subi les massacres, les épidémies, les déplacements de population. Mais désormais, c'est leur environnement, le plus souvent la forêt, qui est menacé. L'exode vers la ville provoque un choc culturel total. Criminalisés, blessés, ces peuples désignés comme « hommes de la forêt » ou « sauvages » deviennent honteux de leurs origines. En une génération, des milliers d'années de savoirs s'évanouissent ! Depuis les *conquistadores*, on leur fait croire que les méthodes occidentales sont plus efficaces dans les domaines de l'irrigation, la culture, la médecine. A court terme, c'est souvent vrai. A long terme, c'est une catastrophe.

Existe-t-il une marge de manœuvre ?

Notre réseau de chercheurs et d'étudiants partout dans le monde inventorie ces savoirs traditionnels en s'appuyant,

comme en Amérique latine, sur des musées locaux. Nous avons par exemple noté plus de 40 usages différents pour une seule espèce de cactus. Autre exemple, la pomme de terre, dont il existe plus de 6 000 variétés en Amérique du Sud : nous avons identifié près de 300 utilisations. Nous sommes aussi en train de créer une sorte de « wikipedia » des savoirs traditionnels accessible à tous. Enfin, au niveau international, nous nous battons sur la question des brevets. En Inde, des procès ont été gagnés par la population, car elle a pu prouver que certaines plantes étaient utilisées depuis des siècles dans la médecine ayurvédique. En Amérique du Sud, rien n'est écrit. Notre travail d'inventaire permettra de produire la preuve d'une antériorité face aux multinationales qui veulent piller les ressources.

PROPOS RECUEILLIS PAR
CAROLINE TANCRÈDE

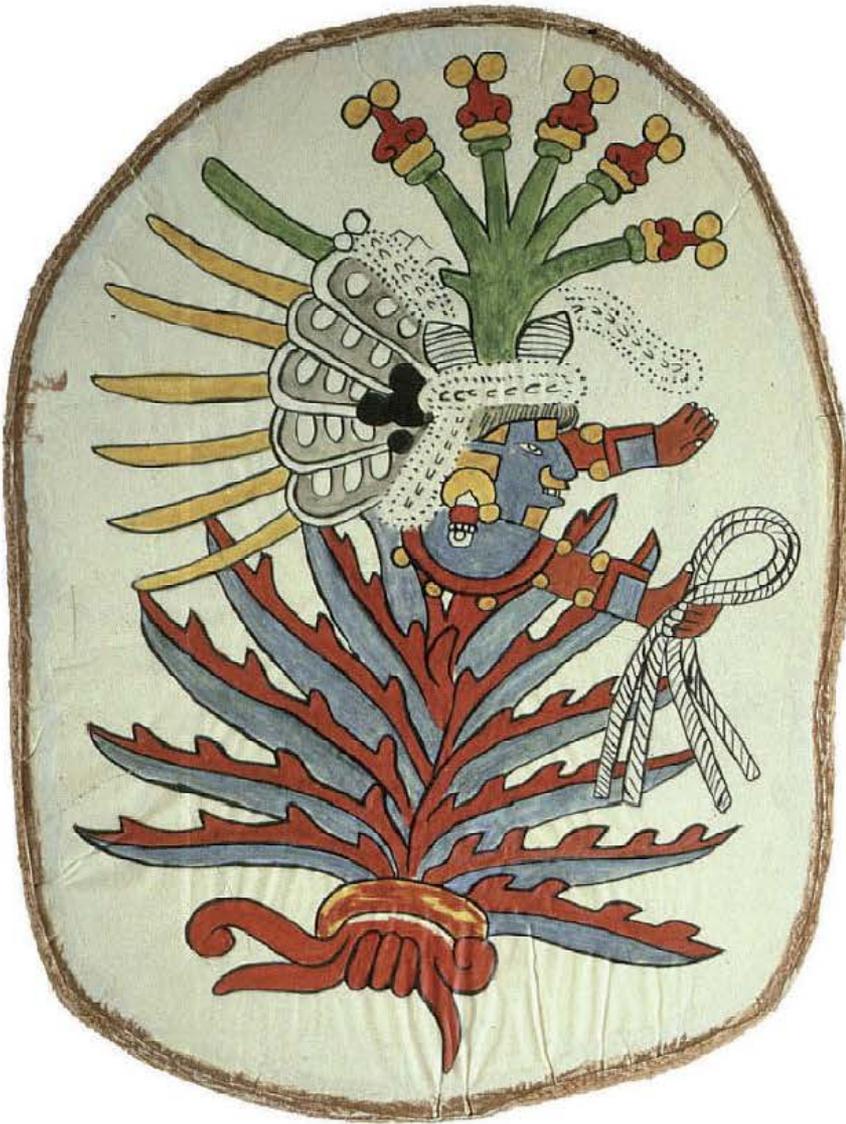
* Président de l'Institut international des savoirs traditionnels, qui recense l'ensemble de ces savoirs sur les cinq continents. <http://tkwb.all-init.it>

●●● cinq volumes sur la vie des Aztèques, nous apprennent que malade et prêtre-médecin avalaient ensemble des psychotropes pour trouver la voie de la guérison. « *Ce document fait partie des quatre sources manuscrites majeures qui consignent les connaissances médicales des grandes civilisations précolombiennes* », explique l'historienne Nathalie Brown, membre du Centre d'investigation et de recherche sur les momies (Muséum national d'histoire naturelle à Paris).

Avant Sahagún, le médecin aztèque Martin de la Cruz avait rédigé, dès 1552, le traité de phytothérapie le plus complet que l'on ait retrouvé de cette époque : deux volumes, le premier consacré aux pathologies, le second aux plantes et aux guérisons. Les 5 000 plantes qui y sont décrites suscitent une telle convoitise que le roi Philippe II exige dès 1570 que les bateaux rapportent en Espagne des cargaisons d'herbes médicinales. Deux ans plus tard, avec Francisco Hernández, médecin mandaté par le roi Philippe II, ce sont plus de 1 200 plantes utilisées par les Aztèques et les Mayas qui sont dessinées, indexées puis envoyées pour partie vers l'Europe. Enfin, quatrième manuscrit irremplaçable, celui de l'Espagnol Nicolás Monardes. En trois tomes (de 1565 à 1574), le médecin dresse l'inventaire des végétaux, minéraux et animaux utilisés dans le Nouveau Monde : on y apprend comment la pierre d'obsidienne broyée puis bouillie et mêlée à du miel et des fleurs soigne admirablement les maux de gorge.

Herboristes ambulants

Étudiés dans le moindre détail par les scientifiques, ces quatre manuscrits ont permis de cerner la somme des connaissances indigènes de l'époque. On sait désormais que chez les descendants des Mayas ou chez les Aztèques, il y avait trois catégories de maladies : celles envoyées par les dieux, celles envoyées par un sorcier ou chaman et celles d'origine « naturelle ». Les médecins étaient des prêtres et non des laïcs, les rituels religieux faisant partie intégrante de la médecine. Religion et santé étaient alors indissociables.



Le médecin aztèque Martin de la Cruz a rédigé un précieux manuscrit sur les plantes médicinales et leur utilisation, traduit en latin en 1552 par l'Espagnol Badiano sous le titre *Libellus de medicinalibus Indorum herbis* ou Livre des herbes médicinales des Indiens (connu aussi comme le codex Badiano). Ici, un chaman et des plantes.

On connaît aussi précisément l'organisation de ce monde médical, son champ d'action et même les succès obtenus. Ainsi, chez les Incas, la médecine était-elle aux mains de deux grandes catégories de *curanderos* : les *hambicamayoc* établissaient un diagnostic à partir de formules divinatoires et donnaient un traitement selon des rituels que les prêtres/guérisseurs se transmettaient de génération en génération ; tandis que les *cotlahuayus*, sorte d'herboristes ambulants – on en trouve aussi chez les Mayas et les Aztèques – proposaient des amulettes au malade et lui appliquaient des remèdes. La pharmacopée pouvait être d'origine minérale (avec de judicieux emplois de bitume, goudron et soufre), animale (laine brûlée, urine administrée par voie cutanée et même orale) et surtout végétale. Très précis et adaptés à chaque maladie, les remèdes allaient des décoctions aux cata-

plasmes en passant par des lavements, gouttes, baumes, onguents, pommades.

L'interdiction au Mexique, par les *conquistadores*, du *temascal*, sorte de bain de vapeur aux plantes, fut catastrophique. Cette habitude protégeait les Indiens contre de nombreuses maladies et épidémies liées notamment aux parasites. Ils pratiquaient également l'hygiène préventive avec, par exemple, la prohibition de l'alcool en certaines circonstances ou l'immunothérapie par l'ingestion de poisons à petites doses. Ils organisaient des rites initiatiques pour les adolescents, afin d'éviter des traumatismes au moment de la séparation d'avec leur famille ...

Au Mexique, l'interdiction des bains de vapeur aux plantes par les Espagnols fut catastrophique

On en sait donc désormais assez pour affirmer qu'en matière médicale et pharmacologique, les peuples précolombiens étaient plus évolués que l'Occident. La fascination que leurs savoirs exercèrent sur les Européens perdurera bien après la Conquête. « *Au XVII^e siècle, 70 % de la pharmacopée du Vieux Continent contenait des produits provenant du continent sud-américain !* », rappelle Nathalie Brown. Et lorsqu'en 1735, Joseph de Jussieu découvre au Pérou la condition des Indiens réquisitionnés comme esclaves dans les mines d'argent de Potosi, il s'installe auprès d'eux, ouvre un hôpital et consigne les usages des plantes incas. Hélas, quand le botaniste, à l'article de la mort, touche à nouveau le sol français en 1771, trente-six ans après son départ, ses boîtes d'échantillons et ses écrits ont tous disparu...

CAROLINE TANCRÈDE



Hippocrate s'est formé à leur école! Les Egyptiens furent des précurseurs doués dans des disciplines aussi spécialisées que la cardiologie ou l'ophtalmologie.

Les remèdes souverains des médecins de Pharaon

Cinq mille ans avant notre médecine hyperspécialisée, les Egyptiens pouvaient déjà consulter ophtalmologues ou cardiologues! Des papyrus médicaux datant de 1550 à 300 av. J.-C., copies de documents sans doute plus anciens d'au moins deux millénaires, montrent en effet que les praticiens des bords du Nil disposaient de connaissances précises sur des centaines de pathologies, et que certains d'entre eux se « spécialisaient ». La magie n'était jamais très loin de l'art médical, l'intervention d'un dieu ou d'un démon étant invoquée comme cause des affections, mais aussi implorée comme remède. La démarche thérapeutique préfigure cependant nos consultations modernes : après l'interrogatoire et la palpation, les médecins établissaient un diagnostic, parfois un pronostic, puis prescrivaient un traitement : inhalations, pommades, potions, suppo-

sitoires, etc., à base de plantes, de minéraux ou de matières animales. Coup de projecteur sur quelques-unes des disciplines dans lesquelles ils étaient passés maîtres.

Ophtalmologie COLLYRES, FARDS ET ONGUENTS

Lorsqu'au ^{vi} siècle av. J.-C., Cyrus le Grand, fondateur de l'Empire perse, se trouve atteint de problèmes oculaires, c'est au roi d'Egypte Ahmosis II (571-526 av. J.-C.) qu'il s'adresse, lui demandant de lui envoyer son meilleur médecin. Rapportée par l'historien grec Hérodote, l'anecdote en dit long sur la réputation des oculistes du pays des pharaons. Les Egyptiens les appelaient *sounou-irty* ou « médecins des deux yeux ». Certains furent respectés au point d'être divinisés!

Dans ce pays où vents de sable et crues du Nil provoquaient conjonctivites et autres infections oculaires, la pharmacopée, heureusement, était riche. Le *Traité des maladies des yeux* inséré dans le papyrus Ebers (1550 av. J.-C.) comprend une centaine de recettes. On y apprend que les Egyptiens soignaient le trachome (une infection bactérienne) à l'aide de bile de tortue et de gomme résineuse, ou encore qu'ils guérissaient le trichiasis (la torsion des cils vers l'œil) en badigeonnant le bord de la paupière de sang de chauve-souris ou de chiure de mouche, après avoir ôté les pilosités. Plus simplement, pour « chasser la montée des sérosités », le traité recommande de piler de la malachite – un dérivé du cuivre – dans du miel fermenté en récitant une incantation avant de l'appliquer sur les yeux. Sans doute par expériences successives, les médecins ont appris à



ARALDO DELUCA

utiliser au mieux les propriétés des ingrédients. Exemple : pour soigner la maladie *sharou* – l'héméralopie, une perte de vision de nuit qui peut être causée par une carence en vitamine A –, ils proposaient de presser un foie de taureau rôti, organe riche en cette substance, et d'en appliquer le jus sur l'œil. Or, l'héméralopie se soigne toujours en administrant des dérivés de vitamine A. De même, d'autres affections oculaires sont aujourd'hui encore traitées par des remèdes à base de cuivre, déjà utilisé dans ce but par les ophtalmologues égyptiens.

Ces derniers s'y connaissaient aussi en collyres. Pour preuve, les traités de médecine grecs et latins qui semblent reprendre leurs recettes. Il y est préconisé de fabriquer des onguents pâteux devenant liquides à l'application, afin notamment de traiter les ulcères aux yeux. Collyre égyptien, collyre de Canope... Certaines préparations font explicitement référence au pays des pharaons. Et les composants minéraux (plomb, cuivre) comme le mode de fabrication viennent tout droit d'Égypte.

Du plomb dans l'œil

Ce n'est d'ailleurs pas le seul témoignage du rayonnement de la médecine égyptienne hors de son pays d'origine : la déesse Isis – qui aveugle ou restaure l'acuité visuelle – fut très honorée dans le monde gréco-romain à partir de l'époque ptolémaïque (332-30 av. J.-C.). Un emplâtre vert prescrit contre la

fluxion des yeux, portant son nom, était, disait-on, fabriqué dans les sanctuaires égyptiens. Enfin, les « cachets à collyres », de petits tampons utilisés par les Romains pour imprimer sur les baumes une ordonnance médicale, pouvaient être gravés de symboles rappelant les divinités égyptiennes.

Plus étonnant, les hommes du Nil ont inventé ce qu'on pourrait appeler une pré-industrie cosmétique à vertus thérapeutiques. « *En Égypte, se farder est un geste à la fois religieux – le fard étant conçu comme une émanation des yeux du dieu Horus –, de séduction, comme en témoigne la poésie amoureuse, et prophylactique* », souligne Philippe Walter, chimiste et chercheur au CNRS, qui s'est consacré à l'étude des vases à fards. Une pratique vieille de plus de cinq mille ans, si l'on en juge par des traces retrouvées sur des crânes de momies pré-dynastiques (3500 av. J.-C.) à Adaima, au sud de Louxor.

Les substances employées dans ces cosmétiques témoignent d'un niveau de connaissances impressionnant quant au dosage et à l'association des matériaux. Ainsi, la galène, d'où l'on tire le noir du khôl, est un sulfure de plomb – composé chimique qui peut être toxique lorsqu'il est appliqué sur la peau. Or, cette très insoluble substance ne libère pas de plomb dans le liquide lacrymal de l'œil. Quant à la laurionite – autre chlorure de plomb présent dans les fards –,

Regards du **Nouvel Empire (1550-1075)** : de g. à dr., masques funéraires d'Ahmès-Meritamon, fille du roi Ahmosis I^{er}, et de Toutankhamon; statue de Toutankhamon; masque funéraire de Youya, beau-père d'Amenhotep III.

instillée dans l'œil, elle fait réagir les cellules : celles-ci émettent du monoxyde d'azote qui active... le système immunitaire ! Par ailleurs, elle ne se trouve que très rarement à l'état naturel. Les Égyptiens savaient donc la synthétiser.

C'est ce que nous apprennent Pline l'Ancien et Dioscoride, qui ont décrit de telles recettes au I^{er} siècle apr. J.-C. Les médecins grecs, notamment Hippocrate, ont beaucoup séjourné en Égypte. « *Conservé dans les temples, le savoir s'est transmis sur place oralement et peut-être par écrit, conclut Philippe Walter. Mais les textes, à de rares exceptions près, ont disparu.* » Ces connaissances ne se sont pourtant pas totalement perdues, comme en témoigne le fameux khôl, très en vogue au Nouvel Empire (1550 à 1055 av. J.-C.) et toujours utilisé aujourd'hui en Afrique du Nord.



BRIDEMONA RT.COM

Tube de khôl, XVIII^e dynastie (1550-1291)

Cardiologie LE PREMIER TRAITÉ DU CŒUR

« *Les Égyptiens ont fondé la cardiologie!* assure Bernard Ziskind, cardiologue spécialiste de la médecine égyptienne. *Ils abordaient véritablement leurs patients avec une approche scientifique.* » La conception égyptienne du corps est quelque peu différente de celle de la médecine moderne occidentale : le cœur ou *haty* y est l'organe principal, littéralement « celui qui ●●●

●●● commande », qui anime le corps. « *Quand on est ému, il bat plus vite, d'où l'idée que le siège de l'âme serait dans la poitrine* », souligne le radiologue Roger Lichtenberg. Mais les médecins égyptiens savaient déjà ausculter leurs malades par palpation pour établir un diagnostic et rechercher un traitement, comme en témoigne le *Traité du cœur* (papyrus Ebers), le premier que l'on connaisse sur le sujet. « *Ils avaient compris qu'en appuyant les doigts sur les artères, ils enregistraient les battements du cœur* », explique Bernard Ziskind. On trouve ainsi dans le papyrus : « *Quant à ce sur quoi tout médecin ou tout prêtre de Sekmet, ou tout magicien, met ses doigts, sur la tête ou sur la nuque, ou sur les mains ou sur la place du cœur ou sur les deux bras ou sur les deux jambes ou sur une partie quelconque, il sent quelque chose du cœur car les vaisseaux de celui-ci vont à chacun des membres.* »

Les Egyptiens garderont longtemps leur avance en matière de cardiologie. « *L'état des connaissances n'a pas évolué entre eux et Harvey, ce médecin anglais du XVII^e siècle qui a compris que le cœur fonctionnait comme une pompe*, conclut Bernard Ziskind. *Les Grecs ont même régressé, car ils prenaient le pouls pour un phénomène local.* »

Pédiatrie LAIT SOUS SURVEILLANCE

Si l'on ne connaît pas de médecins spécialisés dans les soins aux enfants, des papyrus comme le *Livre de protection de la mère et de l'enfant*, qui date de la fin de la Deuxième Période intermédiaire (1650-1550 av. J.-C.), énumèrent des traitements qui leur sont spécifiques. Le papyrus Ebers propose, par exemple, un traitement contre l'incontinence urinaire qui, indique Amandine Marshall, « *se décline en prises différentes selon l'âge de l'enfant* ». Le remède est un fragment de terre cuite glaçurée, bouilli et



H. LEWANDOSKI/GRAND PALAIS

Les Egyptiennes allaitaient leurs enfants, ce qui les prémunissait contre toutes sortes d'affections. Vase en terre cuite, XVIII^e dynastie.

mis sous forme de boulette : « *Si c'est un enfant grand, il l'ingurgitera en l'avalant. S'il est dans les langes, cela lui sera broyé dans du lait par sa nourrice et il en sucera quatre jours de suite* », préconise le papyrus.

Mais c'est sans doute dans l'attention qu'ils portent au lait maternel que les médecins se distinguent le plus. Car bien avant qu'on ne les redécouvre aujourd'hui, les Egyptiennes connaissaient, semblait-il, les vertus de l'allaitement prolongé : elles nourrissaient au sein leurs enfants pendant deux à quatre ans. « *Les attestations concernant le lait animal sont très rares et montrent qu'il n'a été utilisé qu'en dernier recours* », souligne Amandine Marshall. Pas de mention, non plus, de biberon, alors qu'il était utilisé par les Grecs.

Pour stimuler la lactation ou prémunir la mère contre les pathologies du sein (gerçures, engorgement) qui perturbent la tétée, les praticiens recourent à des formules médico-magiques. Ils se préoccupent aussi de la qualité du lait, que le papyrus Ebers recommande de vérifier en étudiant son odeur : un « *lait mauvais* » exhale la « *puanteur du poisson* » quand un « *lait bon* » sent les « *râpures de rhizome de souchet [plante de la famille du papyrus] comestible* ». Pas de quoi sourire : le lait émet bien une odeur particulière s'il est infecté ! D'autres prescriptions pourraient nous sembler plus folkloriques : « *Le lait de femme ayant accouché d'un enfant mâle était utilisé comme cicatrisant des brûlures, antitussif pour les enfants, collyre ou encore stimulateur de fécondité* », rapporte Amandine Marshall. Mais il s'agissait là, pour les Egyptiens, de véritables prescriptions médicales. Et quoi qu'il en soit, l'importance accordée à l'allaitement maternel a sans doute contribué à limiter les cas de rachitisme.

Thanatologie LE GESTE SÛR DES EMBAUMEURS

Les médecins égyptiens, tout comme les chirurgiens qui savaient réduire les fractures et pouvaient même installer des prothèses, ne tiennent leurs connaissances anatomiques que de la dissection d'organes d'animaux (bœufs, moutons, chèvres). Et non des embaumeurs qui, malgré leur manipulation des corps et leur capacité à reconnaître les différents viscères, disposaient de connaissances anatomiques limitées. « *Les médecins étaient persona non grata chez les embaumeurs qui ne pratiquaient qu'une éviscération globale*, précise Bernard Ziskind. *Personne ne disséquait les cadavres humains. C'était un sacrilège envers Osiris.* » Mais si les Egyptiens ne pratiquaient pas d'autopsie au sens médico-légal du terme, ils n'en ont pas moins développé des savoir-faire inégalés pour préserver leurs défunts des affres du temps. Morts comme vivants, les corps n'étaient pas traités à la légère ! Si l'on en croit l'historien grec Hérodote (V^e siècle av. J.-C.), les momifications les plus soignées demandaient jusqu'à soixante-dix jours de travail.

Dans les meilleures conditions, le corps était apporté aux embaumeurs le jour même du décès, afin d'éviter une décomposition rapide sous l'effet de la chaleur. Une fois lavé, il était éviscéré afin de le protéger d'une putréfaction généralisée. Mais les embaumeurs pouvaient aussi opter pour l'injection anale d'une solution à base d'huile qui dissolvait les viscères. Autre possibilité : la compression de l'abdomen avec les mains ou à l'aide d'un bloc, permettant l'expulsion hors du corps des gaz liés à la prolifération bactérienne. Un tel procédé devient quasi systématique pour les momies coptes (I^{er}-VII^e siècles). Le cadavre était ensuite recouvert de cristaux de natron, un mélange naturel à base de chlorure de sodium et de carbonate qui absorbait l'eau tout en éliminant les graisses de la dépouille. « *Le corps devait ensuite être rincé et surtout séché, notamment au niveau des*



THOMAS HARTMEL/CORBIS

tôt des produits moins coûteux comme les huiles végétales ou les graisses animales, inefficaces contre les insectes nécrophages. Cela explique en partie la mauvaise conservation de nombreuses momies de cette époque. »

Dès la période prédynastique (de 4000 à 3000 av. J.-C.), le défunt est, enfin, enveloppé de bandes-lettes de lin parfois badigeonnées de résine, et/ou d'un linceul. Ces pièces de tissu évitaient que le corps n'explose sous l'action des bactéries.

Un nouvel Osiris

Reste à savoir comment les embaumeurs ont rassemblé de telles connaissances. Sans doute par empirisme : leur technique n'a atteint son apogée qu'au Nouvel Empire. En revanche, son sens profond nous échappe encore. Si l'on a beaucoup dit que seul un corps préservé donnait accès au royaume d'Osiris, Amandine Marshall est catégorique : « C'est une ineptie totale ! La croyance en une vie après la mort s'est mise en place bien avant l'apparition de la momification, qui ne concernait d'ailleurs que 2 à 3 % de la population égyptienne à l'époque pharaonique. » Tout au plus peut-on dire que la momification visait à préserver le corps pour l'éternité, comme en atteste la symbolique attachée aux onguents de momification.

« Produits rituels, les baumes participent à la transformation du corps périssable (humain) en corps imputrescible (divin), explique Annie Perraud. Chaque défunt devient un nouvel Osiris : il est assimilé à ce dieu, grâce à la couleur noire conférée aux momies par le bitume. »

Si la momification a permis de préserver le corps par-delà la mort, elle-même n'a pas vécu éternellement. Le savoir s'est progressivement perdu en Egypte après 642 et la conquête arabe. « Les musulmans ont condamné la pratique, conclut Amandine Marshall. Les coptes ont bien continué à momifier en secret leurs morts durant quelques siècles mais celle-ci a fini par disparaître du sol égyptien compte tenu des risques encourus. »

LAUREEN BOUYSSOU

cavités éviscérées, pour éviter toute humidité résiduelle favorable au développement de micro-organismes », précise Annie Perraud, égyptologue spécialiste des rituels funéraires.

Les embaumeurs appliquaient ensuite des onguents sur la peau pour l'assouplir et lui donner une bonne odeur. Mais pas seulement. « Ces baumes assuraient la stérilité bactériologique du corps et empêchaient la multiplication des insectes nécrophages ou de leurs larves », explique Annie Perraud. Fruits de mélanges complexes, ils pouvaient contenir de l'huile de lin, de la cire d'abeille, du vin, de la poix minérale ou encore... du bitume ! « L'utilisation des hydrocarbures naturels varie selon une proportion

Selon certaines estimations, jusqu'à 500 millions d'Égyptiens auraient été momifiés.



Amulette en forme de cœur, VI^e siècle av. J.-C.

de 3 à 80 % suivant les périodes et les ateliers d'embaumement, poursuit l'égyptologue. Antiseptiques, ils protégeaient la momie en l'isolant du contact de l'air, de l'eau et des moisissures. » Selon Amandine Marshall et Roger Lichtenberg, radiologue spécialiste des momies, les embaumeurs pouvaient également appliquer à chaud sur la peau de la « résine noire », un mélange antiseptique (gommes, oléo-résines, voire bitume) employé à partir du Nouvel Empire (1550 – 1075 av. J.-C.). Avec la démocratisation de la momification à la période ptolémaïque (de 332 à 30 av. J.-C.), les techniques se simplifient. « Les embaumeurs délaissent les onguents onéreux, note Amandine Marshall. Et utilisent plu-



COURTESY OF THE PENNMUSEUM

Sumériens

La plus vieille ordonnance de l'humanité

Des prescriptions médicales de plus de 4000 ans ! Le premier traité de médecine connu est sumérien, et il date de 2 100 ans avant notre ère. Il a été découvert en 1948 dans les ruines de Nippur, une des plus anciennes villes de Mésopotamie, située à une centaine de kilomètres au sud-est de l'actuelle Bagdad. Sans doute rédigé par un médecin sumérien anonyme, il comporte une quinzaine de formules végétales, des traitements pharmacologiques réalisés uniquement à base de produits naturels. On y trouve la myrte, la myrrhe, l'ase fétide, le thym, le saule... Ce dernier, riche en acide salicylique, permettait de faire baisser la fièvre... quelque quatre millénaires avant son dérivé, l'aspirine !

Le site a été continûment fouillé jusqu'à la première guerre du Golfe, en 1990. Plus de 30 000 tablettes d'argile recouvertes de cunéiforme y ont été retrouvées. On sait, grâce à ces écrits, que Nippur était un centre intellectuel important, un lieu de formation pour les scribes mais également pour les médecins. C'est là que s'élevait le grand temple dédié à la déesse Gula, patronne de

la médecine, appelé « la Grande Guérisseuse » ou « Celle qui ressuscite les morts ».

Le premier recueil médicinal de Nippur n'indique pas quelles maladies étaient censées soigner les plantes prescrites, ni leur posologie, mais ces renseignements figurent sur d'autres tablettes. Plus récentes, elles montrent tout de même qu'au II^e millénaire avant notre ère, les praticiens étaient capables d'indiquer les étapes nécessaires à la guérison d'un patient. Ainsi cette prescription de l'époque paléobabylonienne : « Si un homme est malade de jaunisse : mets à tremper une racine de réglisse dans le lait, laisse-le reposer une nuit sous les étoiles, mélange-le avec de l'huile purifiée, donne-le lui à boire et il guérira. »

A l'époque, le traitement repose sur deux pratiques : une médecine empirique et une médecine magique. Car la maladie est considérée comme une punition divine pour une transgression, une offense à une divinité... Agissent donc conjointement l'*asû* et l'*ashipu*. L'*asû* prescrit des traitements. L'*ashipu* se rapproche, lui, davantage de l'exorciste ou du

Tablette comportant des prescriptions médicales trouvée à Nippur (Mésopotamie).

magicien : il analyse les symptômes et interprète les causes de leur apparition. L'*ashipu* peut se faire seconder par un devin (*bârû*) qui lit dans les entrailles des animaux, par exemple pour confirmer le diagnostic.

Ces spécialistes étaient donc plus complémentaires que concurrents. En témoigne cette lettre envoyée au roi de Mari, vers 1780 av. J.-C., par l'un de ses sujets malades : « *Mon Seigneur doit donner des ordres stricts afin que par barque on fasse parvenir à moi Merânum, l'asû. Il doit me rejoindre vite et Ishî-Addu, le bârû, avec lui. Tandis que Ishî-Addu fera l'interrogatoire oraculaire, Merânum fera des pansements.* »

Le praticien était considéré comme responsable de ses actes, et le code juridique d'Hammourabi, qui date du XVIII^e siècle av. J.-C., ne plaisante pas : « *Si un médecin a pratiqué une grave opération sur un notable avec une lancette de bronze, qu'il a ouvert son globe oculaire et qu'il lui a crevé l'œil, on lui coupera la main.* » Il y a 3000 ans, l'erreur médicale ne pardonnait pas !

SYLVIE BRIET



Le saule blanc, qui contient le principe actif de l'aspirine, était utilisé à Sumer contre la fièvre.

DE AGOSTINI/LEONARDO

Yéménites

L'encens, antique antalgique

Aussi précieux que l'or. Dans l'Antiquité, l'encens était paré de nombreuses et fascinantes vertus. Egyptiens, Grecs et Romains voyaient dans ses volutes parfumées une manière de communiquer avec les dieux. Cette substance divine est encore produite à partir de la résine d'un groupe d'arbres appartenant au genre *Boswellia*, qui pousse sur les rives du golfe d'Aden. Mais les Yéménites qui, par le passé, ont su faire fortune de ce commerce, lui prêtaient avant tout des vertus médicales. « *Au Yémen, l'usage de l'encens pour soulager les douleurs a traversé les âges*, explique Jacques Fleurentin, pharmacien et botaniste, maître de conférences à l'université de Metz. *Aujourd'hui encore, les tradipraticiens le préconisent pour lutter contre les inflammations, notamment [dans les douleurs]*



JEANROBERT

dentaires, articulaires et intestinales », précise-t-il.

Certes, cet usage traditionnel s'efface peu à peu face à la médecine moderne. Mais les propriétés anti-inflammatoires de cette gomme-résine n'en suscitent pas moins le plus vif intérêt de certains chercheurs, notamment dans le domaine des maladies chro-

Boswellia elongata, arbre à encens, sur l'île de Socotra, au Yémen.

niques de l'intestin. De récentes expérimentations, *in vitro* et sur des patients, ont en effet montré la capacité des acides boswelliques extraits de l'encens à inhiber la production des leucotriènes, des molécules impliquées dans les mécanismes inflammatoires responsables de la maladie de Crohn et de la rectocolite hémorragique. « *Un usage d'autant plus intéressant qu'il existe peu de médicaments pour soulager ces pathologies* », précise Jacques Fleurentin. En 2012, l'encens a d'ailleurs été inscrit à la Pharmacopée européenne, qui certifie et établit les normes de qualité des principes actifs utilisés dans les médicaments, encadrant ainsi l'éventuel développement de traitements. **MARIE-NOËLLE DELABY**

 Jacques Fleurentin, *Du bon usage des plantes qui soignent*, Editions Ouest-France, 2013



BRIGEMANART LIBRARY

Nubiens

UNE BONNE BIÈRE CONTRE LES BACTÉRIES

ET SI LA BIÈRE produite par les Nubiens il y a 2000 ans leur procurait non seulement ivresse mais aussi robustesse? Des travaux publiés en 2010 par l'équipe de George Armelagos, anthropologue à l'université Emory d'Atlanta (Géorgie, Etats-Unis), ont montré que bien avant la découverte de la pénicilline, en 1928, les Nubiens consommaient des antibiotiques par l'intermédiaire de leur breuvage alcoolisé. Des analyses osseuses

Brasseuse égyptienne, Ancien Empire. La consommation de bière est attestée dans la région de l'Egypte et de la Nubie dès le IV^e millénaire av. J.-C.

effectuées sur des momies exhumées en 1963 au Soudan ont en effet mis en évidence une saturation en tétracycline. Selon l'anthropologue, la présence de cet antibiotique n'est probablement pas accidentelle, car la tétracycline est concentrée à l'intérieur des os à des doses importantes. Cela révèle une « consommation » régulière de l'antibiotique, et contredit au passage l'hypothèse établie dans les années 1960 qui supposait que les dépouilles avaient été contaminées par l'environnement. Les travaux ont d'ailleurs permis d'identifier la source de cette tétracycline. Sa présence serait liée

à la contamination, par une bactérie appelée *Streptomyces*, des grains de céréale utilisés par les Nubiens pour fabriquer leur breuvage. Bactérie connue pour éliminer ses concurrentes grâce à la production de tétracycline. Ce phénomène de défense bactérienne produit habituellement des doses d'antibiotiques insignifiantes pour l'homme. Mais la fermentation des grains, au cours du brassage, agit comme un catalyseur qui augmente fortement cette production. Les chercheurs américains sont formels : la bière des Nubiens leur permettait bel et bien de lutter contre les infections, et de garder la santé! **M.-N. D.**

Repères



L'AUBE DES PREMIERS SAVOIRS



Les plus anciennes peintures d'Europe seraient celles de la grotte d'El Castillo, en Espagne. Une main a été datée d'il y a au moins 37 200 ans, un disque rouge de 40 600 ans.

COURTESY OF PEDRO SAURA

Dès le paléolithique, les hommes ont su pratiquer des opérations chirurgicales ou élaborer les pigments de leurs parures et de leurs fresques. Aux tout débuts de l'histoire, ils ont appris à manier concepts mathématiques et idéogrammes complexes. Ouvrant les voies d'une aventure millénaire.



LES INVENTEURS DE LA PRÉHISTOIRE

On les savait capables de fabriquer des outils d'une incroyable sophistication. Mais les hommes du paléolithique ont aussi développé, au long des millénaires, d'étonnantes connaissances dans des domaines comme la médecine ou la musique. **Pages réalisées par Rachel Mulot.**

Qu'avaient-ils donc en tête, ces hommes préhistoriques ? Ni leurs crânes, ni leur ADN ne permettent de le dire. Leur rapport aux objets nous renseigne bien davantage. Ainsi, « *les pierres taillées sont autant de clés qui permettent de pénétrer l'univers mental de ces ancêtres*, souligne le préhistorien Eric Boëda, de la Maison de l'archéologie de Nanterre. *Elles mettent en évidence des comportements techniques, territoriaux, voire symboliques.* » Un exemple ? « *En Europe, très tôt, la majorité des hommes anciens ont été capables de tailler l'outil de leur choix à partir de n'importe quelle pierre grâce à une*

excellente technique de dégrossissage. En Chine, en revanche, il semble que l'effort ait plutôt porté sur la pré-conception de l'objet. Les hommes repéraient un bloc pour sa bonne morphologie afin d'opérer une taille minimale. »

Le bois, l'os ou les peaux se conservant mal, les archéologues ne retrouvent pas d'armes entières, ni d'outils avec leur manche. Pour les reconstituer et retrouver leurs fonctions, ils se glissent dans la peau des hommes préhistoriques en pratiquant notamment l'archéologie expérimentale, et développent parallèlement des techniques très pointues, comme la tracéologie qui recherche les traces d'usure

et de taille sous microscope. Ils nous donnent ainsi accès au savoir ancien de ces hommes qui n'ont eu de cesse, tout comme nous aujourd'hui, de faire évoluer les objets.



▶ ET LE FEU JAILLIT DU FOND DES GROTTES...

Les sites les plus anciens attestant d'un usage du feu remontent à 1,5 million d'années, en Afrique, mais l'usage contrôlé de cet élément n'est vraiment établi qu'il y a environ 500 000 ans. De véritables foyers sont alors construits en forme de cuvette, avec des pavements de galets et parfois des murets de

protection, notamment en Europe. Les toutes premières lampes ont éclairé les hommes dès le paléolithique (entre 200 000 et 12 000 ans av. J.-C.) : elles consistent d'abord en des plaquettes rocheuses, utilisées telles quelles. Une fois la tresse végétale allumée, la graisse animale s'échappe par les crevasses naturelles. Il y a près de 20 000 ans apparaissent enfin des lampes dites à circuit fermé, creusées dans la pierre, et même à manche sculpté (*ci-contre, une lampe de grès rouge du magdalénien, vieille de 17 000 ans environ*). Elles joueront un rôle certain dans l'art rupestre, pratiqué au fond des grottes. Même si les peintres improvisaient également des brûloirs dans les anfractuosités.

▶ MAUX DE CRÂNE ET RAGES DE DENTS

Le « bossu » d'Atapuerca marchait-il avec une canne il y a 500 000 ans ? C'est l'hypothèse de chercheurs espagnols qui ont mis au jour un *Homo heidelbergensis* souffrant



UN OUTILLAGE DE POINTE

L'outil tranchant – l'éclat tiré d'un galet – serait apparu en Afrique il y a environ 2,7 millions d'années. Les premiers « couteaux suisses », des bifaces avec partie ronde et bout pointu pour couper, mais aussi racler et gratter, un million d'années plus tard. L'outillage s'est ensuite spécialisé, diversifié, jusqu'à atteindre un grand raffinement en Europe au paléolithique supérieur (35 000 à 5000 ans av. J.-C.). *Ci-contre, de gauche à droite, une feuille solutréenne dont l'extravagante finesse suggère un usage symbolique, un bâton percé pour redresser à chaud les pointes de sagaie, un perçoir, une spatule, une pointe à cran et une aiguille à chas.*

L'ÉLÉGANCE À FLEUR DE PEAU

C'est de la grotte marocaine des Pigeons que viennent les plus anciennes parures au monde : une douzaine de coquilles de mollusques perforées et datées de 82 000 ans avant notre ère ! Outre les perles – dents,

coquillages – (à droite, *une reconstitution*), les archéologues ont retrouvé, surtout en Europe, d'exquises pendeloques d'ivoire gravé. Pour les vêtements (*ci-dessous, une reconstitution réalisée en*

2004), ils ont peu d'indices, mais savent que l'aiguille à chas a été inventée il y a 18 000 ans environ. La plus ancienne garde-robe connue est celle d'Ötzi, l'homme préhistorique piégé dans les glaces il y a

5300 ans : il portait des jambières en peau de chèvre, un justaucorps en cerf, un manteau en fibres végétales, ainsi qu'un bonnet en ours et des chaussures rembourrées de foin.





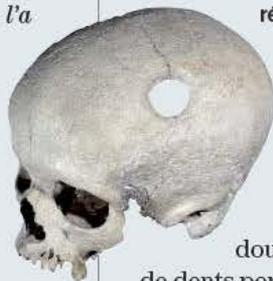
d'une usure des disques et d'un déplacement de vertèbre atrocement douloureux, le contraignant à vivre courbé. « *Sa survie jusqu'à l'âge tardif de 45 ans avec un tel handicap laisse penser que le groupe de nomades l'a longuement assisté pour se nourrir et se déplacer* », estimait en 2010 l'anthropologue catalan Eudald Carbonell. Toujours en Espagne, on a trouvé un homme fossile ayant survécu des années malgré une terrible infection dentaire. Preuve que d'autres lui mâchaient la viande. Bref, la solidarité a probablement été la toute première des médecines. Mais concrètement, à quels soins se livraient les hommes préhistoriques ? Il y a 12 000 ans environ, on pratiquait la trépanation, indiquent des crânes perforés, bien cicatrisés, comme celui de la vallée du Petit-Morin, en France (ci-dessus). Trois mille ans plus tard apparaissent les premiers dentistes : à Mehrgarh, au Pakistan, des chercheurs du CNRS ont décrit en 2006 une

ARMES DE PROPULSION MASSIVE

Il y a 300 000 ans, les hommes chassaient au lancer, comme le montrent huit javalots d'épicéa découverts à Schöningen (Allemagne). Longues de deux mètres et parfaitement équilibrées, ces armes de bois, les plus anciennes découvertes à ce jour, pouvaient servir à occire les chevaux. Il faut attendre 17 000

av. J.-C. pour qu'apparaisse, en Europe, une véritable révolution technologique : les propulseurs de sagaie.

C'est en France qu'ils ont été exhumés en plus grand nombre (ci-dessus, celui dit du Faon aux oiseaux). Ils triplaient la vitesse du projectile et permettaient d'atteindre des cibles éloignées tout en accroissant la portée et la force de pénétration.



douzaine de dents percées *in vivo* sur neuf hommes, probablement dans un but thérapeutique ou palliatif. Et il y a 6 500 ans, on utilisait de la cire d'abeille – aux propriétés antibactériennes – pour colmater les fissures de dents, ont montré en 2013 des chercheurs italiens. Quant aux plantes, la première utilisation attestée d'épices remonte à 6 000 ans environ, selon des fouilles réalisées au Danemark : des hommes préhistoriques utilisaient de l'herbe à ail ou alliaire officinale pour relever leurs plats et, qui sait... pour soigner, car la plante, diurétique, soulagerait aussi les rhumatismes.

PIGMENTS : LE ROUGE PUIS LE NOIR

On trouve la trace des premiers colorants sur un site d'Afrique de l'Est occupé il y a 1,5 million d'années : des fragments de basalte qui, frottés, procurent un pigment rouge. Entre 400 000 et 300 000 av. J.-C., l'usage des ocres se répand dans toute l'Afrique mais aussi l'Inde et l'Europe. On les cuit, comme le montre la fouille de Terra Amata, à Nice : de la limonite a été apportée *in situ* et brûlée pour être transformée en ocre rouge. Pour obtenir de la poudre, les pierres colorées étaient raclées sur une surface dure (pierre) ou souple (peaux animales

et humaines). D'où la présence de stries et de facettes d'usure sur certains fragments d'ocres. Vers 150 000 av. J.-C. apparaissent en Europe des broyeurs de colorants, des meules et des palettes (blocs de calcaire, de grès, de quartzite) liés à une production systématique de poudre. Les sépultures commencent à en être saupoudrées, comme au Moustier, en Dordogne. C'est dans le Périgord, entre 70 000 et 40 000 ans av. J.-C., qu'est inventé le noir minéral, à partir d'oxydes de fer et manganèse, et que sont aussi signalés les premiers usages de kaolin blanc. Les peintures murales, polychromes, apparaissent, elles, il y a 36 000 ans, en Ardèche, dans la grotte Chauvet.

CES OBSCURS OBJETS DU PLAISIR

La découverte en Allemagne, en 2005, d'un phallus en pierre de 20 centimètres de long vieux de 27 000 ans a relancé le débat sur les pratiques sexuelles des hommes préhistoriques. Usaient-ils de godemichés ?

L'idée est défendue par l'archéologue britannique Tim

Taylor, convaincu que « deux femmes peuvent, sans problème, avoir utilisé le double "bâton" (ci-contre) de la gorge d'Enfer pour une pénétration vaginale ». De tels objets phalliques ont aussi été considérés comme des objets rituels, des bâtons de commandement, voire des propulseurs de flèche ou de lance.

MÉLODIES EN OS MINEURS

Le plus vieil instrument au monde, découvert dans une grotte allemande, témoigne qu'il y a 35 000 ans, les hommes jouaient de la flûte. Des instruments taillés dans de l'ivoire, de l'os de vautour (ci-contre, flûte trouvée à Isturitz, France), tandis que les phalanges de renne percées (ci-contre) faisaient d'excellents appeaux. En observant les tribus aborigènes, on a aussi compris que certaines pièces d'os ovales trouées à l'extrémité étaient des rhombes : nos ancêtres les faisaient tourner et siffler au bout d'une corde. Enfin, les tambours existaient probablement au paléolithique, mais ces instruments de bois et de peau ne se sont pas conservés, pas plus que les cornes d'aurochs.



AUX RACINES DES MATHÉMATIQUES

L'algèbre et la géométrie ne sont pas nées en Grèce. Nombre d'objets mathématiques étaient déjà manipulés ailleurs au II^e millénaire. Tels π , bien connu des Egyptiens, ou le zéro, dont la trace la plus ancienne remonte aux Mésopotamiens. Pages réalisées par Philippe Pajot

Une des premières questions qu'a dû se poser l'homme, c'est celle du "autant", avant celle du "combien" », disait le mathématicien Denis Guedj. C'est le principe des entailles retrouvées sur les os préhistoriques : un bison, une entaille, un bison, une entaille...

Qu'ils relèvent du simple comptage ou de pratiques commerciales plus élaborées, les nombres apparaissent ainsi avec les sociétés humaines. Les premiers à les écrire sont les Sumériens, il y a six mille ans. Puis les Egyptiens, les Chinois, plus tard les Indiens, apprennent eux aussi à les consigner et à les manier. Naissent ainsi, à des époques différentes et dans des foyers éloignés, des concepts mathématiques de plus en plus subtils dont il est difficile de retrouver la paternité. D'autant qu'à l'exception notable des tablettes exhumées en Mésopotamie ou des papyrus d'Egypte, les supports antiques, très fragiles, ont disparu. Nous ne connaissons leur teneur qu'au travers de commentaires,



Calcul d'un champ triangulaire, papyrus du scribe Ahmet, vers 1650 av. J.-C.

de commentaires de commentaires ou de copies de ces commentaires...

Malgré cet écueil, une grande partie du savoir des civilisations anciennes n'a pas disparu : à travers un long cheminement, que les historiens peinent souvent à reconstruire, nous avons hérité de toute une série de notions. Avec parfois quelques surprises : pour le système de numération décimal, par exemple, nous sommes bien davantage les héritiers des Indiens ou des Chinois que des Grecs ! Autre surprise : l'usage de la base 60 en astronomie ou pour le décompte du temps nous vient des Babyloniens. Petit aperçu de quelques-uns de ces concepts qui nous sont aujourd'hui familiers, mais ont mis quelques millénaires à mûrir.

LE THÉORÈME (N'EST PAS) DE PYTHAGORE

« Le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés. » C'est sans doute le plus connu de tous les énoncés mathématiques : le théorème de Pythagore, que nous avons appris sur les bancs du collège. S'il nous vient de l'Antiquité grecque, il est vraisemblable que Pythagore, figure largement mythique, n'ait pas grand-chose à voir avec lui. Bien avant le mathématicien, on connaissait déjà les triplets auxquels on a accolé son nom : trois nombres entiers obéissant au fameux théorème, et qui forment donc les côtés d'un triangle rectangle. Les plus petits entiers concernés sont 3, 4 et 5 (puisque $3^2 + 4^2 = 5^2$). Cette relation était par

exemple connue des Egyptiens, qui utilisaient une corde comportant 3, 4 et 5 nœuds disposés à intervalles réguliers pour vérifier la perpendicularité des constructions. En revanche, rien ne laisse penser qu'ils avaient formalisé la notion de triangle rectangle ou qu'ils avaient repéré d'autres triplets pythagoriciens. Des triplets plus élaborés étaient, eux, connus dès 1800 ans avant notre ère en Mésopotamie. La tablette babylonienne Plimpton 322 en contient une liste de quinze, écrits dans la base 60 en vigueur à l'époque. Elle est partielle, mais on pense qu'elle devait contenir 35 triplets, c'est-à-dire tous ceux qu'il est possible d'écrire en base 60 avec un nombre fini de chiffres. Si elle ne donne explicitement que deux des nombres du triplet, elle associe l'un de ces nombres au grand côté d'un rectangle et l'autre à la diagonale. Ils correspondent donc bien à l'hypoténuse et au grand côté d'un triangle rectangle. On ne peut tomber sur ces nombres par hasard : il faut une méthode – un algorithme – pour les obtenir.

► BABYLONE OU LE TEMPS EN BASE 60

Midi vingt, huit heures trente... Aujourd'hui encore, nous mesurons le temps en base 60, comme le faisaient les Babyloniens, qui comptaient en système sexagésimal. Celui-ci subsiste aussi dans la mesure des angles et des arcs, par exemple dans les coordonnées géographiques. Il était également à la base des anciens calendriers chinois ou indiens.

De nombreuses civilisations antiques comptaient en base 60. Pourquoi 60 ? C'est que ce nombre a l'avantage d'avoir de nombreux diviseurs. 60 est même le plus petit nombre divisible par 2, 3, 4, 5 et 6. Du coup, il est facile de le fractionner en tiers, quarts, etc.

► LE TRIANGLE DE PASCAL, TOUT UN POÈME !

Bien avant la publication en 1654 du *Traité du triangle arithmétique* par Blaise Pascal, le tableau qui porte son nom était connu en Inde, mais aussi en Chine et au Moyen-Orient. Ce triangle numérique, dont les valeurs correspondent au coefficient dans le développement de l'expression $(a + b)^n$, apparaît dans des textes sanskrits anciens. Notamment dans un traité sur la métrique poétique du I^{er} siècle avant notre ère, le *Chandahsutra*, composé de sutras, règles mnémotechniques courtes, restées mystérieuses jusqu'à la découverte d'un texte du IX^e siècle qui en est le commentaire. Il présente des règles permettant d'énumérer toutes les combinaisons possibles de syllabes (courtes et

PRÉCISES APPROXIMATIONS

La racine carrée de 2, seul nombre réel positif qui multiplié par lui-même donne 2, est liée au théorème de Pythagore et aux équations du second degré. Il n'est donc pas étonnant que l'on en retrouve une approximation (1,4142129) chez les Babyloniens, premiers experts en ces questions. Une très bonne approximation, même, puisqu'elle comporte 5 chiffres exacts après la virgule ! Ce nombre se lit sur un disque d'argile datant de 1600 avant notre ère, baptisé YBC 7289, marqué d'un carré avec ses diagonales et de quelques signes (*ci-dessous*). On ignore comment ils procédaient, mais les Babyloniens savaient extraire des racines carrées avec une précision remarquable.



COURTESY ILE BABYLONIAN COLLECTION

longues) à l'intérieur d'un vers. Elles font apparaître ce qu'on nomme aujourd'hui le triangle de Pascal. Ce sont là les tout débuts de la combinatoire.

► LES ÉGYPTIENS À DEUX CENTIÈMES DE π

Aucun nombre n'a la puissance mythique de π , rapport entre le périmètre d'un cercle et son diamètre. Ses décimales infinies, qu'on ne peut décrire autrement qu'en les égrenant, fascinent encore aujourd'hui, au point qu'il en existe des concours de récitation ! On estime que quatre ou cinq décimales ($\pi = 3,14159$) suffisent pour la très grande

majorité des calculs. Mais quelles approximations étaient connues des civilisations antiques ? L'une des plus anciennes attestées est $3 + 1/8 = 3,125$, retrouvée sur une tablette babylonienne qui date de 1680 avant notre ère. Les Égyptiens connaissaient également π , ainsi qu'on le constate sur le papyrus Rhind, l'une de nos plus importantes sources pour connaître leurs mathématiques. Rédigé par le scribe Ahmet vers 1650 avant notre ère, ce papyrus recopie un manuel de problèmes plus anciens. La valeur indiquée est $(16/9) 2 = 3,16049...$ Elle proviendrait de

l'approximation de la surface d'un disque par celle d'un octogone.

Les Égyptiens semblaient avoir compris que π était le rapport du périmètre à son diamètre, mais aussi le rapport de l'aire au carré du rayon (autrement dit, que la même constante intervenait dans les deux cas), ce qui n'était pas le cas de tous les mathématiciens antiques !

► TRIGONOMÉTRIE SUR LES BORDS DU GANGE

Au V^e siècle, à une période où le savoir stagne en Europe, les Indiens commencent à faire de la trigonométrie, cette discipline qui traite des relations existant dans les triangles. Le manuel de mathématiques qui témoigne de ces prémices est l'*Aryabhatia*, ouvrage écrit en vers par le savant Aryabhata (476-550). Une œuvre mieux comprise grâce à son premier commentaire en prose datant du VII^e siècle. Dans ce riche manuel se trouvent les premières « tables » trigonométriques, sous forme de listes de différences de sinus. Il mentionne également, pour la première fois, le cercle trigonométrique. D'autres Indiens



INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE

NOMBRES PREMIERS EN BÂTONS

Sur un os de 10 centimètres découvert en 1950 à Ishango, au Congo et daté d'il y a 25 000 ans, une série d'encoches pourraient attester d'une connaissance arithmétique très ancienne. Bien que la pauvreté des informations dont nous disposons laisse le champ ouvert à toutes les interprétations sur le rôle de ce objet, il n'en demeure pas moins que certaines de ces encoches sont rassemblées par groupes de nombres premiers (11, 13, 17, 19, par exemple). Il est donc possible que nos lointains ancêtres aient eu l'intuition de ces nombres indivisibles en parties égales. A moins qu'il s'agisse simplement d'encoches marquant le passage du temps dans un calendrier...



RMN GRAND PALAIS (MUSÉE DU LOUVRE)

Salaires du personnel de l'épouse d'Urukagina, qui régna à Lagash, en Mésopotamie, au milieu du XXIV^{e} siècle av. J.-C

poursuivront les travaux d'Aryabhata, notamment Varahimihira (505-587), qui établira la formule $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$, application du théorème de Pythagore au cercle trigonométrique.

▶ ET DEUX... ET TROIS... ET QUATRE ZÉROS

Aussi étrange que cela paraisse, il existe plusieurs zéros ! Différentes civilisations les ont utilisés, avec des fonctions diverses

et à plusieurs époques. Le premier, le plus ancien, n'est qu'un chiffre : le zéro médian de position. Celui qui sert par exemple à distinguer 345 de 3045. En Mésopotamie, ce zéro positionnel commence à être indiqué par un espace vide dès 1600 avant notre ère, avant d'être remplacé par de petites marques. Quant à l'astronomie maya, autour du IV^{e} siècle de notre ère, elle disposait également du zéro, et même de deux zéros, selon leur fonction :

un zéro ordinal pour les dates, un zéro cardinal pour les durées (1). Une révolution se produit lorsque, dans l'écriture en base 10, le zéro positionnel fusionne avec le zéro en tant que nombre, un nombre que l'on peut manipuler. Ainsi se met en place un système de calcul puissant et efficace, celui que nous utilisons aujourd'hui. Ce zéro apparaît notamment dans le sous-continent indien. Dans un texte versifié écrit en sanskrit par

le mathématicien indien Brahmagupta, en 628, on trouve par exemple une définition du zéro comme nombre avec une série de règles pour l'utiliser, ainsi que des méthodes pour calculer avec des nombres positifs et négatifs. C'est ce zéro qui nous arrivera à l'époque médiévale, via les mathématiques arabes.

1. Les nombres ordinaux donnent un rang au sein d'un groupe (premier, deuxième...); les cardinaux expriment une quantité (1, 2...).

L'ÉCRITURE, UNE MÉMOIRE AVANT LA LETTRE

De l'Égypte à la Chine, de Sumer à l'Empire maya, elle a émergé à des époques différentes sur tous les continents. Utile au commerce, mais aussi au pouvoir et à la religion, cette mise en symboles du monde a peu à peu permis l'expression d'idées complexes. **Pages réalisées par Sylvie Briet.**

Aujourd'hui encore, Égypte et Mésopotamie se disputent l'invention de l'écriture, qui marque la sortie de l'homme de la préhistoire. Elle serait, selon les chercheurs, apparue vers 3250 avant notre ère sur les bords du Nil, ou entre 3350 et 3150 ans non loin du Tigre et de l'Euphrate. En réalité, peu importe. Car ces deux systèmes d'écriture ne découlent pas l'un de l'autre, et il est probable que chacun d'entre eux a été inventé de façon indépendante. Il existe d'ailleurs plusieurs foyers d'émergence distincts : outre l'Égypte et la Mésopotamie, on peut évoquer la Chine et le Yucatán.

Trois grands systèmes sont apparus dès l'Antiquité : le système idéographique, dans lequel chaque signe représente un objet (pictogramme) ou une idée (idéogramme) ; le système syllabique, où chaque signe représente un son ; et le système alphabétique : chaque signe représente un son décomposé, plusieurs signes étant regroupés pour former d'autres sons. Selon Anne-Marie Christin, directrice du Centre d'étude de l'écriture et de l'image à l'université Paris-Diderot, l'écriture unit « *deux modes de communication hétérogènes et complémentaires qui la précédaient depuis longtemps : l'image et la langue* ». Les hommes utilisant des systèmes

d'enregistrement graphiques pour transposer la parole, elle signe ainsi la rencontre d'un système pictural et d'un système gestuel. Mais à partir de quand peut-on vraiment parler d'écriture ? Des signes gravés sur des pierres suffisent-ils ? Un exemple montre bien à quel point il est difficile de donner une définition. En 1999, une mission archéologique française dirigée par Danièle Stordeur (CNRS) a découvert à Jerf el Ahmar, sur l'Euphrate syrien, quatre petites pierres portant des motifs gravés 9100 ans avant notre ère : un oiseau aux ailes déployées, des serpents, des lignes obliques, un cercle partiellement barré, une

pointe de flèche. Ces signes, dont certains sont abstraits, ont été réalisés 5000 ans avant que n'apparaissent les premiers pictogrammes assyriens ! Les chercheurs ne parlent pas ici d'ancêtre de l'écriture, mais plutôt d'une volonté de passer à l'abstraction. La répétition des mêmes images sur différentes pierres, la façon de traiter les motifs évoquent le besoin de conserver la trace matérielle d'événements importants, un témoignage. Est-ce ce besoin qui a poussé les hommes à écrire ? En Mésopotamie, où la prospérité est assurée par le commerce, on associe l'apparition de l'écriture au développement de l'administration dans un contexte déjà urbain : il faut faire des inventaires, enregistrer des transactions. De fait, les premières inscriptions sont associées à des *calculi*, des jetons qui matérialisent les échanges. Mais cette explication, un peu rapide, ne permet pas à elle seule de comprendre la naissance de l'écriture. Certes, « *les premiers systèmes n'ont pas été inventés pour faire de la poésie*, souligne Louis-Jean Calvet, linguiste.

	Cunéiforme	Egyptien	Chinois	Aztèque
EAU				
SERPENT				

MÊME MOT, DESSIN DIFFÉRENT Pour évoquer des objets aussi concrets que de l'eau ou un serpent, les scribes des différentes civilisations choisissent d'isoler certaines caractéristiques. Pour l'eau, par exemple, les Égyptiens retiennent le mouvement d'une vague, tandis que les Aztèques représentent un contenant.



Maât, déesse de l'Ordre, entourée de deux cartouches portant le nom de Néfertari, « la plus belle », épouse de Ramsès II. Tombe de Néfertari, v. 1250 av. J.-C.

Cependant, en plus des comptes, des nécessités de l'administration, des inventaires retrouvés en Mésopotamie, c'était également une mémoire du pouvoir et de la religion. Chez les Mayas, l'écriture servait aux inscriptions commémoratives et aux calendriers religieux. Chez les Chinois, les premiers exemples sont le fait de devins qui notaient leurs oracles sur des os ».
 Avec la graphie des noms propres vers 3000 avant notre ère, c'est la place de l'individu dans la société qui s'affirme. Née d'un besoin de consigner faits et pensées de façon durable,

l'écriture va ainsi, très rapidement, garantir le pouvoir de quelques-uns, fonder un ordre social et politique.

▶ LES HIÉROGLYPHES, RÉBUS MAGIQUES

La découverte à Abydos, en Haute-Egypte, de nouveaux documents datant de 3250 av. J.-C. a fait vaciller le titre d'écriture la plus ancienne détenu par le cunéiforme. Dans le caveau du roi Scorpion, à Oum el-Kab, cimetière royal d'Abydos, ont été retrouvées des petites plaquettes d'os ou d'ivoire portant des signes symbolisant un objet ou

une personne, comme un canidé pour le roi Chien. Au départ, ces plaquettes servent d'étiquettes permettant de contrôler le trafic des marchandises. Elles deviennent bientôt plus précises : on n'y indique plus seulement une origine et un contenu, mais l'année de délivrance des marchandises, le nom du souverain. Les Egyptiens y expriment des concepts ou des lieux géographiques qui ne peuvent être figurés. Les glyphes acquièrent une valeur phonétique, ce qui permet d'écrire



des mots abstraits. Ainsi cette représentation d'un éléphant et d'une montagne : la valeur phonétique du pachyderme est *ab*, et celle des montagnes *jou*. Abjou est le nom égyptien d'Abydos, ou « le Domaine du roi Eléphant ». Le système hiéroglyphique qui se développe par la suite utilise des signes-mots (logogrammes) et des phonogrammes dont une série de 24 signes-consonnes qui auraient pu devenir un alphabet. Mais les Egyptiens ne se sont pas souciés de simplifier leur

écriture. Ils n'ont jamais renoncé à la représentation symbolique des choses, croyant en l'efficacité magique des hiéroglyphes. Comme le signale l'égyptologue Pascal Vernus, directeur d'études à l'École pratique des hautes études, leur écriture « *n'est pas uniquement liée aux nécessités administratives de l'Etat, car sinon, pourquoi auraient ils pris tant de soin à inciser et à peindre ?* ». Elle ne se réduit pas non plus à un moyen de communication : elle aidait le mort dans son voyage vers l'au-delà. Car le nom d'un homme, inscrit, contenait son identité, le menait à l'éternité.

▶ LES MÉTAMORPHOSES DU CUNÉIFORME

La plupart des chercheurs continuent à situer le berceau de l'écriture en Mésopotamie, en lien direct avec l'apparition des villes. C'est à Uruk, à 300 kilomètres au sud de Bagdad, que l'on a découvert – et daté de 3350 avant notre ère – un mélange d'abstraction et de signes figuratifs simples : des « chiffres » par exemple, encoches plus ou moins fines et cercles, sont gravés sur des sphères en argile, remplaçant les jetons (les *calculi*), pour indiquer la valeur de la marchandise. Le système s'affine peu à peu : les pictogrammes (signes-images) juxtaposés les uns aux autres expriment

bientôt une action ou une idée (idéogramme). Par exemple, l'oiseau et l'œuf associés signifient la fécondité. En quelques siècles, cette écriture précunéiforme se transforme en cunéiforme (du latin *cuneus, coin*) : des traits en forme de clous triangulaires et des coins imprimés à l'aide d'un poinçon ou d'un roseau taillé en biseau. Elle évolue au fil des siècles. Vers le milieu du III^e millénaire, les signes jusqu'alors disposés verticalement cèdent la place à une écriture horizontale, plus commode. Pour transcrire des noms propres et des liaisons grammaticales, les scribes inventent des « signes-sons » (phonogrammes) en ne gardant de leur idéogramme que la valeur son. La bouche, qui se disait *ka*, était représentée par une tête et des hachures : désormais, ce signe prendra la valeur phonétique *ka* sans pour autant signifier bouche. Les signes simplifiés, utilisés pour leur son et non plus pour leur sens premier, perdent de leur contenu symbolique. Le cunéiforme va s'adapter à d'autres langues de la région : le sumérien, bien sûr, mais également l'akkadien, l'assyrien, le babylonien, le hittite, l'éblaïte, le hourrite, l'élamite. Et sera utilisé dans tout le Proche-Orient jusqu'au début de l'ère chrétienne.



Série de glyphes exprimant une date, Yaxchilan (Mexique), VII^e-VIII^e s.

▶ LES FIGURES LIBRES DU SCRIBE MAYA

Pas de doute, l'écriture a aussi existé en Amérique centrale précolombienne. D'après des découvertes archéologiques réalisées en 2006 dans la cité de San Bartolo, au Guatemala, il semble qu'elle soit apparue plus tôt qu'on ne le pensait et qu'elle date du IV^e siècle avant J.-C. Sa logique est si éloignée de la nôtre que longtemps,

les Occidentaux ne l'ont pas considérée comme une écriture. Elle traduit directement la pensée sans passer par la phonétique : c'est l'idée qui est représentée, et non le son. Ce type « idéographique » utilise des signes appelés glyphes. Ils peuvent aussi bien transcrire des objets concrets que des pensées abstraites, se rapprochant en cela des hiéroglyphes égyptiens ou des caractères chinois. Mais ils ont une



LE CUNÉIFORME SOUS LE SIGNE DU POISSON A partir d'une représentation concrète (vers 3300 av. J.-C.), le signe du poisson bascule de 90 degrés au milieu du III^e millénaire. Les courbes, difficiles à tracer, sont décomposées en lignes droites. Les scribes remplacent le stylet par le calame, qui laisse des empreintes en formes de coins. De plus en plus stylisées, la graphie aboutit vers 700 av. J.-C. à un signe sans lien apparent avec l'objet représenté.

particularité : les codes graphiques ne sont pas figés. Ainsi l'auteur peut-il choisir de styliser ou de figurer son sujet. Par exemple, si le scribe-peintre n'est pas limité par la place, il recourt au dessin et crée de véritables décors. S'il doit au contraire se restreindre, son écriture se réduira à une succession de signes pictographiques disposés horizontalement ou verticalement. Les Mayas ne sont pas passés à une graphie simplifiée, parce qu'ils donnaient à leurs glyphes une valeur symbolique forte. Les codex servaient notamment aux inscriptions commémoratives et aux calendriers religieux. Reste que sans l'aide d'inscriptions bilingues pour aider les chercheurs, la langue maya a été particulièrement difficile à déchiffrer. D'autant que les conquistadors, toujours en quête d'idolâtrie à éradiquer, ont brûlé la plupart des codex au *xvi^e* siècle. Il n'en reste aujourd'hui que trois authentifiés, sur papier d'écorce : les codex de Dresde, de Paris et de Madrid.

► EN CHINE, DES IDÉES AU BOUT DU PINCEAU

Les plus anciennes inscriptions chinoises ont été découvertes... sur des carapaces de tortues ! Appelées *kia wen*, elles datent du *xii^e* ou *x^e* siècle avant notre ère (*photo en haut à droite*). Les devins y gravaient les questions de leur clients – ils procédaient de la même façon sur des omoplates de bœuf – puis portaient un fer chauffé à blanc contre l'os et interprétaient les craquelures produites. En Chine, ce sont donc des

L'UNIVERS DE LA FEMME
A partir du signe désignant la femme, les Chinois ont composé plusieurs caractères.

Paix, tranquillité :
une femme sous un toit

Bon, moral :
femme et enfant

Esclave :
femme et main du mari

Colère :
esclave et cœur

Epouser un homme :
femme et maison

Epouse :
femme et balai

motivations religieuses qui paraissent expliquer le recours à l'écrit. La graphie s'est modifiée avec le passage du poinçon au pinceau vers le *vi^e* siècle av. J.-C. Le signe s'éloigne alors de l'imitation de la réalité, et un système d'écriture émerge progressivement du jeu des pictogrammes. Ainsi, le mot arbre, représenté par un caractère agrémenté d'une barre, voit son sens modifié lorsque la barre est doublée, triplée : le mot signifie alors

racine, sommet, forêt, sombre ou nombreux... La graphie chinoise ne note pas des sons, mais des idées. L'obscurité est représentée par le soleil sous les arbres, la lumière par le soleil au-dessus des arbres. Pratique, dans un pays où cohabitent des dizaines de langues qui n'ont parfois aucun point commun. Un Pékinois et un Cantonais peuvent se comprendre... mais seulement par écrit.

► L'ABC DE NOTRE ALPHABET

Si les écritures sont apparues sous des formes, en des lieux et à des époques divers, en revanche, l'alphabet a une origine unique. C'est une invention sémitique née au *ii^e* millénaire avant notre ère, au Proche-Orient. La configuration des langues sémitiques a favorisé l'évolution du système cunéiforme vers l'alphabet : chacun des mots y est formé d'une racine de trois consonnes qui portent le sens. Ainsi KTB signifie écrire. L'ajout de voyelles ou de consonnes modifie le sens. Aujourd'hui encore, en arabe, *mektoub* signifie « c'est écrit », *kitab*, « le livre », *kateb*, « l'écrivain ». La notation des voyelles n'est pas indispensable – elle a été introduite plus tard, par les Grecs. Le premier alphabet dont nous ayons la trace est celui d'Ougarit, qui date

de quatorze siècles avant notre ère. Des tablettes écrites en cunéiforme ont été découvertes en 1930 dans cette cité antique de la côte syrienne. Certaines d'entre elles recourent à une forme d'écriture qui ne nécessite que trente signes. Il s'agit toujours de cunéiformes mais, pour la première fois, les signes représentent des sons décomposés, et seules les consonnes sont écrites. Cet alphabet a permis d'écrire plusieurs langues : l'ougaritique, l'akkadien et le hourrite. La disparition de la ville d'Ougarit au *xiii^e* siècle avant notre ère entraîne celle de son alphabet. Mais dès l'an 1000 avant J.-C., les Phéniciens s'en inspirent et créent un système simple, composé de 22 consonnes. Il est basé sur le principe de l'acrophonie : on utilise, pour noter un son, la représentation simplifiée d'un objet dont le nom commence par ce son. Ainsi, pour la lettre *b*, on utilise le signe symbolisant la maison, qui se dit *beit* ; il est décidé que chaque fois que l'on rencontre ce signe, il ne désignera plus la maison, mais le son *b*. Démocratique car facile à apprendre, cet alphabet se répand en Palestine, en Syrie et en Anatolie, puis dans toute la Méditerranée. Il est devenu l'ancêtre de presque tous les systèmes alphabétiques du monde.



RMN-GPT, OLLIVIER



Alphabet d'Ougarit, *xiv^e* siècle av. J.-C.

G. DAGLI ORTI/ANCI IMAGES

Le grand temple d'Angkor
Vat est cerné de douves
gigantesques qui
contiennent 3 millions de
mètres cubes d'eau.



KHMERS, LES MAÎTRES DE L'EAU

Canaux, barrages, gigantesques bassins... Le royaume d'Angkor est quadrillé d'ouvrages hydrauliques dont l'ampleur laisse perplexes les archéologues.

Avril 2012, à Angkor, cœur de l'ancien Empire khmer (nord-ouest du Cambodge). Un avion survole la zone des temples et, plus au nord, les collines du Phnom Kulen et les vestiges de Koh Ker, éphémère capitale du ^xe siècle. Mission : débusquer, grâce à un lidar (1), les traces des constructions qui ont jalonné ces milliers d'hectares avant d'être englouties par la jungle. L'équipe internationale à l'initiative de l'opération, réunie dans le Greater Angkor Project (Gap) autour d'archéologues australiens et français et de l'Autorité pour la protection du site et l'aménagement de la région d'Angkor (Apsara), espère ainsi en savoir davantage sur ce site mondialement célèbre, mais finalement si mal connu.

Car depuis qu'Angkor a été redécouverte par des explorateurs français il y a plus d'un siècle, ce sont surtout ses bâtiments qui ont été l'objet de toutes les attentions et admirations. Et l'on a cherché à

en savoir plus sur les pratiques des admirables techniciens qui avaient su édifier une telle spiritualité de pierres (*lire l'interview p. 54*). Résultat : les monuments ont été l'arbre qui cache la forêt, et l'histoire de l'Empire khmer, qui a duré sept siècles de 780 à 1431, reste entourée de mystère.

L'équipe du Gap s'est notamment penchée sur la définition de la ville angkoriennne. Selon la vision traditionnellement proposée jusqu'alors, une ville, à Angkor, c'est une cité densément peuplée cernée d'une enceinte et d'une douve, avec au centre un temple d'Etat qu'entourent un palais et des habitations de bois. L'exemple le plus représentatif en serait la dernière capitale, Angkor Thom, bâtie aux ^{xii}e-^{xiii}e siècles. Or, selon le Gap, les résultats du lidar montrent que ce noyau urbain dense se prolonge bien au-delà des enceintes à partir du milieu du ^{xii}e siècle, sur un plan orthogonal rigoureusement structuré, tandis que se développe une péri- ●●●

+ Eric Bourdonneau, « Pour en finir avec la "cité hydraulique?" », *Bulletin de l'École française d'Extrême-Orient*, n° 97-98

Christophe Pottier et al., « The water management network of Angkor, Cambodia », *Antiquity* 82, 2008

●●● phérie agro-urbaine autour de centres religieux secondaires. Une ville immense de faible densité, cultures et habitations mêlées, qui couvrirait des milliers de kilomètres carrés. Et dont les infrastructures auraient été si complexes qu'elle ne pouvait durer.

Mais pour l'archéologue Eric Bourdonneau, maître de conférences à l'École française d'Extrême-Orient, ces conclusions doivent encore être discutées sur de nombreux points. Définir la plaine d'Angkor comme la « plus grande ville du monde pré-industriel » est, à ses yeux, assez imprudent. L'hypothèse est elle-même dépendante de « l'idée d'une gestion de l'eau assez grandiose, organisée à l'échelle de la plaine tout entière », idée qui, selon lui, prête aussi à discussion.

Moussons torrentielles

Sans aucun doute, Angkor est le pays de l'eau. Dans ce pays d'extrêmes climatiques, où une saison très sèche succède à des moussons



J. WINKMAGNUM

« L'idée d'une organisation grandiose de la gestion de l'eau à l'échelle de la plaine tout entière doit être mise en doute »

Eric Bourdonneau

parfois torrentielles, la réguler est essentiel. Bordée au nord-est par les collines des Phnom Kulen, où prennent naissance les rivières qui dévalent vers elle, la plaine d'Angkor descend au sud en pente douce jusqu'au grand lac Tonlé Sap. Toute la zone a été modelée par des aménagements hydrauliques considérables : canaux, bassins, douves, digues, fossés, retenues, captures, réservoirs, ponts-barrages se comptent en centaines de kilomètres, parfois simples levées de terre retenant un ru, parfois ouvrages spectaculaires détournant le lit entier d'un cours d'eau... Ainsi les Khmers ont-ils fait serpenter les rivières pour en rallonger le cours ; creusé des bassins pour

recueillir les eaux de ruissellement ; drainé les pluies des moussons...

Mais pourquoi avoir, tout au long des siècles, charrié ainsi des milliers de tonnes de terre ? Cette question, on se l'est posée dès les années 1950, notamment l'archéologue Bernard-Philippe Groslier qui définira Angkor, en 1979, comme une « cité hydraulique ». Cherchant à rendre compte de l'émergence et du déclin de la civilisation khmère, il expliquait, cartes et photos aériennes à l'appui, que ce gigantesque travail de transformation du site, toujours à renouveler car sujet à l'envasement et au colmatage, était destiné à l'irrigation, et avait donc une valeur essentiellement économique. Il imaginait, à l'apogée de l'empire khmer, un réseau de canaux et de bassins étendu à la plaine de Siem Reap tout entière, permettant jusqu'à trois récoltes de riz par an, pouvant nourrir une ville de près de deux millions d'habitants, la plus grande du monde préindustriel, et dégageant assez de surplus pour que la royauté puisse mettre en œuvre la construction de temples somptueux. Et il rendait compte de son effondrement par son succès même : ce paysage entièrement exploité, avec la déforestation qu'impliquait cette transformation, la plus grande violence des crues, la sédimentation accrue, ne permettait plus aucun ravauage, aucune rénovation.

Comme un dieu sur le mont Meru

Comment les Khmers s'y sont-ils pris pour édifier de gigantesques temples, défiant les siècles... sans joints ? « *Le but ultime, c'était de reconstruire la montagne !* » répond Christophe Pottier.

Car les temples sont la demeure des dieux qui, dans la mythologie indienne, habitent le mont Meru. »

Avec leurs murs évidés pour laisser jouer la lumière, leurs

voûtes lancées haut dans le ciel, leurs systèmes d'arcs-boutants, les cathédrales occidentales sont des édifices dynamiques. Au contraire, à Angkor, les temples sont statiques. « *Plus on retrouvera l'homogénéité de la montagne, plus on aura de garanties sur sa stabilité et sa longévité* », explique l'architecte. Les blocs sont dégrossis à la pointe puis au polissoir, puis rodés les uns

sur les autres. Des joints ne sont donc pas nécessaires. Cette ode à la stabilité est peut-être la raison pour laquelle les Khmers n'ont jamais utilisé la voûte à claveaux, que connaissaient leurs voisins chinois, mais se sont contentés de la technique d'encorbellement pourtant limitée, avec des assises horizontales coiffées au sommet d'une large dalle.



P. SBEULT/AGEFOTOSTOCK

Ouvriers sur un chantier de construction, bas-relief du temple du Bayon, fin XII^e-début XIII^e siècle.

Des digues hautes de 10 mètres

Se plaçant dans la suite de ses conclusions, l'équipe du Gap a défini dans la plaine trois zones distinctes correspondant à cette cité hydraulique : au nord, une zone de contrôle des eaux des rivières et des moussons ; au sud, un réseau de distribution par des canaux d'irrigation, pour la riziculture ; et au centre, une zone de stockage, comprenant en particulier les énormes douves entourant le temple d'An-



1



2



3



4

gkor Vat et la ville d'Angkor Thom, mais surtout les *baray*.

Les *baray*, ce sont de gigantesques bassins édifés grâce à une technique simple : au lieu de les creuser, ce qui aurait demandé une main-d'œuvre considérable, les Khmers les ont construits en surélévation ! Sur quatre côtés, ils ont excavé deux fossés parallèles et, avec le sable et la glaise ainsi prélevés, érigé en leur centre une digue de retenue. Le plus grand de ces bassins, le Baray occidental, construit vers 1050 et aujourd'hui encore partiellement en eau, ne mesure pas moins de huit kilomètres sur deux, avec des digues de 120 mètres de large sur 10 mètres de haut. Il contenait alors 50 millions de mètres cubes d'eau.

Au bord des eaux d'Angkor, la spiritualité n'est jamais loin de la vie quotidienne.

1. Lit de rivière sculpté de *linga*, symbole du dieu Shiva.

2. Le temple du Bayon, au cœur d'Angkor Thom.

3. Avec le riz, la pêche a toujours été la ressource alimentaire principale à Angkor.

4. Spean Praptos, plus long pont à encorbellement du monde (début XIII^e siècle).

Tous les chercheurs s'accordent sur un point : ces ouvrages doivent être interprétés en termes spirituels, notamment parce qu'ils comportaient un temple en leur centre. Or, dans la cosmogonie de l'hindouisme, religion du pays khmer, le mont Meru, séjour des dieux (*lire l'encadré*), est entouré d'un océan primordial. Mais avaient-ils aussi la fonction économique que leur prêtait Bernard-Philippe Groslier ?

De casier en casier

Christophe Pottier, architecte membre du Gap, maître de conférences à l'École française d'Extrême-Orient, observe : « *Dire, comme on l'a soutenu, que ces bassins servaient à une irrigation hors normes*

et à assurer plusieurs récoltes de riz par an est probablement peu fidèle à la réalité, car les rizières étaient essentiellement alimentées par l'eau de pluie. Ce n'était pas leur fonction première et Angkor n'était pas, comme on l'a dit, une usine à riz. Mais ils sont directement branchés sur des réseaux hydrauliques, et ils ont pu servir d'appoint, garantir une certaine stabilité, notamment quand les premières pluies étaient en retard. N'oublions pas, en outre, qu'ils jouaient plusieurs rôles. Un ouvrage pouvait être chaussée pendant la saison humide et barrage pendant la mousson. »

Eric Bourdonneau est plus catégorique : « *Cette idée d'Angkor comme grenier à riz grâce* ●●●

« Les Khmers ont profondément façonné leur territoire, même les montagnes ! »

Pour construire leurs somptueux monuments, les Khmers ont dû accomplir des prouesses techniques ?

Il y a un contraste énorme entre l'ampleur des réalisations et la simplicité des techniques mises en œuvre. Par exemple, les ouvrages hydrauliques, si gigantesques soient-ils, sont constitués de matériaux de base : du sable mélangé à de la glaise. Pour compenser la faiblesse technique de ces matériaux, les Khmers en ont employé des quantités énormes : des digues plus importantes, une pente plus douce aidaient à lutter contre l'érosion. C'étaient néanmoins de très bons constructeurs : on a découvert ces dernières années des vestiges d'ouvrages hydrauliques impliquant des maçonneries taillées spectaculaires, par exemple un barrage intégralement parementé qui permettait de dériver une rivière entière !

Quant à l'architecture, dans la région d'Angkor, ce qui est selon moi le plus spectaculaire, c'est l'ampleur des rehaussements. Tout repose sur des plates-formes de terre de plus d'un kilomètre de côté et parfois six mètres de haut.

Les Khmers ont profondément façonné leur territoire, même les montagnes ! Le premier temple pyramidal, au centre d'Angkor, a été installé sur une montagne de rhyolite, une roche hétérogène : eh bien, ils l'ont découpée en forme de pyramide ! Et l'ont recouverte de grès, pour sa finesse.



Quels étaient leurs matériaux de prédilection ?

Au préalable, il faut rappeler que l'architecture était en bois à 95 %. Seuls les sanctuaires étaient faits de matériaux pérennes, la brique dans les premiers temps, avec quelques éléments décoratifs de pierre. Celle-ci était mise en œuvre selon des techniques inspirées du travail du bois.

On trouve ainsi d'énormes blocs emboîtés avec des assemblages très compliqués et taillés au millimètre... pourtant inutiles dans le grès. A partir du IX^e siècle, la pierre, grès ou latérite, devient peu à peu hégémonique, jusqu'au XIV^e siècle où l'on assiste à un retour au bois pour les temples.

Comment ces pierres étaient-elles transportées ?

Peut-être les blocs étaient-ils apportés par radeaux ou charrettes depuis les carrières, à 70 kilomètres au nord-est d'Angkor. De toute façon, ils sont généralement assez petits, deux à trois cents kilos, et peuvent être soulevés par quelques hommes. Ils présentent d'ailleurs de petits trous de

levage. On y insérait des fiches en bois, auxquelles on accrochait des cordes. Puis les blocs étaient posés sur des rondins, et on les faisait glisser en tirant. N'imaginons pas qu'ils ont été portés par des éléphants ! Un éléphant ne porte rien.

On imagine que les constructeurs étaient des spécialistes...

Lorsqu'on voit le niveau d'achèvement de certains ouvrages, la perfection des assemblages, de la sculpture, on sait que des générations d'architectes particulièrement talentueux ont travaillé à Angkor. Mais aussi, à côté d'ouvriers peu qualifiés, des corporations de professionnels qui se déplaçaient en fonction des commandes : entre la Thaïlande et Angkor, ce ne sont pas les statues qui circulaient, mais les artisans. On peut repérer le sculpteur spécialiste des jupettes ou des colliers, l'apprenti qui s'entraîne à dessiner une fleur de lotus pendant la pause... C'est assez touchant.

PROPOS RECUEILLIS
PAR FLORENCE LEROY

●●● *aux baray est largement une vue de l'esprit des archéologues, le but étant d'expliquer, selon une vision assez matérialiste de l'histoire, les sommets atteints par cette civilisation grâce à sa remarquable maîtrise de l'eau à vocation agricole. Or, le lien entre les baray et de supposés canaux situés en aval n'est pas avéré. Et c'est le cœur de la thèse de la cité hydraulique.* » Se basant sur de récents travaux d'agronomes, il réfute également l'idée proposée par Groslier d'une immense nappe d'eau circulant de casier en casier, par gravité, pour irriguer les rizières : la pente de la plaine est extrêmement faible.

Premier des bassins, premier des rois

Dans son hypothèse, quelle était alors la raison d'être des baray ? « *Ce sont de gigantesques trapeangs (le mot khmer désignant un bassin quel qu'il soit), comme il y en a des milliers au Cambodge, mais d'une taille hors normes, reprend Eric Bourdonneau. En les faisant construire, le roi s'affirme comme très au-dessus des hommes. Le baray est le premier des bassins, comme le roi est le premier des hommes. D'ailleurs, dès l'époque de Suryavarman II (1113-1150), le pouvoir s'exprimera autrement : les baray diminueront en taille au moment où les temples prendront les dimensions de véritables villes.* » Il observe également que si le baray a une dimension spirituelle, il faut la replacer dans un contexte plus large : « *Sa signification ne se résume pas à la symbolique cosmologique traditionnellement invoquée. L'eau, entre autres dimensions, joue un rôle important dans la ritualisation du passage entre la mort et la vie.* »

Pour l'archéologue, le débat, toujours aussi vif entre spécialistes, sur le rôle de l'eau dans l'Empire khmer, doit être recontextualisé dans une histoire de la société. Il conclut : « *Pour le moment, les hypothèses émises par les archéologues demeurent fragiles. Car l'histoire sociale et culturelle du Cambodge ancien est encore à écrire.* »

FLORENCE LEROY

1. Système de télédétection par laser précis au centimètre près.

Plans en grille, trafic régulé, tout-à-l'égout : obéissant à une rigoureuse planification, les cités de l'Indus ont multiplié les prouesses d'ingénierie.

Indus : les urbanistes du III^e millénaire



RANDY OLSON/NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE

Des avenues rectilignes de huit mètres de large, grouillantes d'artisans, de marchands étrangers et de bureaucrates pressés, croisant à angle droit de tranquilles ruelles... Des maisons serrées les unes contre les autres dans des blocs nettement délimités... D'imposants bâtiments publics près du fleuve... Un New-Yorkais en voyage spatio-temporel dans les cités de la vallée de l'Indus, il y a quatre mille ans, ne se sentirait pas dépaycé ! C'est que, explique Rita Wright, professeur d'anthropologie à la

New York University, comme la métropole américaine, « *les cités situées dans la région qui comprend aujourd'hui le Pakistan, le sud de l'Afghanistan et le nord-ouest de l'Inde sont des villes pratiques : construites sur un plan régulier obéissant à des règles simples, coordonné à l'échelle de la ville, mais subdivisé en parties autonomes, indifférenciées* ». Des centres urbains bâtis pour des habitants soucieux de leur confort, plus férus de commerce et d'artisanat (lire l'encadré p. 56) que d'aventures guerrières ou de palais ostentatoires.

Florissante entre 2600 et 1900 avant notre ère, la cité de Mohenjo-Daro était l'une des plus vastes de la civilisation de l'Indus.

Tandis qu'à la même époque, en Mésopotamie, en Égypte ou en Chine, les cités s'étaient anarchiquement, les élites des grandes plaines qui bordent l'Indus et la Ghaggar-Hakra conçurent, à l'échelle d'une aire d'un million de kilomètres carrés, un réseau de villes et de villages rigoureusement structurés, partageant une culture matérielle identique : mêmes poids et mesures, même style de sceaux, mêmes techniques de fabrication de poterie... Parmi les 1500 implantations rattachées à cette aire se remarquent particulièrement cinq ●●●

●●● métropoles : Dholavira, Rakhigarhi, Ganweriwala, et surtout Mohenjo-Daro et Harappa, les plus connues car fouillées dès les années 1920, lorsque les premiers vestiges de cette civilisation sont exhumés après quatre millénaires d'oubli. A l'apogée de la civilisation harappéenne, elles ont pu compter jusqu'à 40000 habitants.

25 000 ouvriers pendant 4 ans

On peut repérer les prémices de la civilisation de l'Indus dès le VIII^e millénaire, époque où est attestée la formation d'agglomérations planifiées d'agriculteurs et d'éleveurs et, déjà, de marchands, dirigées par des pouvoirs publics forts. Au fil des siècles, ces bourgs ne cessent de se développer et d'étendre leurs réseaux commerciaux. « *La croissance de villes comme Harappa paraît directement liée au développement du trafic régional et à longue distance* », indique Jonathan Mark Kenoyer, professeur d'anthropologie à l'université de Wisconsin-Madison.

Mais l'éclosion d'une véritable civilisation urbaine va se produire brusquement vers 2600, avec ce qui apparaît comme une planification réfléchie à l'échelle de la région. Le paysage se transforme, certains sites étant même réorganisés pour s'adapter aux spécifications communes. « *S'il y avait eu un Guinness des records il y a 4500 ans, les Harappéens auraient sans nul doute été récompensés pour leurs prouesses d'ingénierie ! s'exclame Rita Wright. On ne trouve pas de techniques aussi intelligemment pensées avant l'Empire romain tardif.* »

C'est ainsi que, selon Michael Jansen, professeur d'archéologie à l'université d'Aix-la-Chapelle, le centre de la cité de Mohenjo-Daro a été construit en quelques années, après l'édification de vastes plates-formes de briques vraisemblablement destinées à hausser la ville au-dessus du niveau des crues de l'Indus. Une opération qui, d'après ses calculs, a dû occuper 25000 ouvriers pendant quatre ans et quatre mois ! Les quelque 700 puits privés ou publics qui parsèment la ville auraient également été creusés avant même l'érection des premières constructions. Les briques en sont disposées avec l'extrémité tournée vers l'inté-



J.L. STANFELD/NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE - THE PICTURE DESK - WALTER BLISS - DE AGOSTINI IMAGES

Orfèvres habiles et maîtres du feu

Pour Rita Wright, l'éclatante réussite des Harappéens dans le domaine de l'urbanisme ne doit pas occulter « *leurs prouesses techniques dans la fabrication de petits objets grâce à la pyrotechnie, tout aussi importantes, en particulier dans le domaine des ornements. Ils étaient capables de faire subir aux pierres précieuses des processus complexes, notamment en les chauffant afin de leur donner de nouvelles couleurs et de leur conférer une plus grande résistance.* » Ils ont ainsi développé une maîtrise exceptionnelle dans le contrôle de la chaleur, recouvrant par exemple certaines perles en stéatite, un silicate de magnésium, d'une couche de silice et d'oxyde de cuivre avant de chauffer le tout : la perle acquérait une brillante couleur bleu-vert.

Un procédé que les artisans transposèrent par la suite pour produire les glaçures recouvrant les faïences : en faisant fondre du quartz, ils obtenaient une poudre qu'ils broyaient, avant de la recuire à près de 1000 degrés. Le quartz était ainsi vitrifié. En y ajoutant de l'oxyde de cuivre ou de l'azurite, il prenait une apparence de turquoise ou de lapis-lazuli.



Ecureuil de faïence trouvé à Harappa, entre 2300 et 1750 av. J.-C.

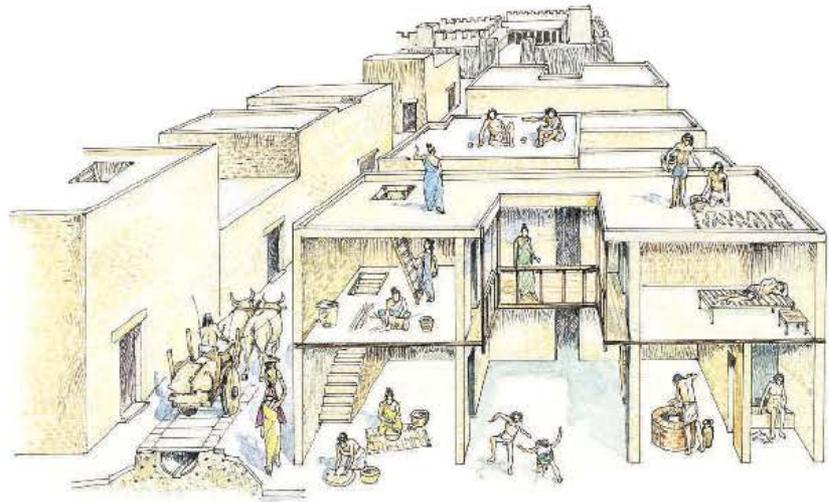
THE BRIDGEMAN COLLECTION

rieur de façon à supporter la pression latérale du sol et à assurer une solidité maximale face à l'érosion.

Chicanes et chars à bœufs

Mohenjo-Daro partage de nombreux traits avec les autres cités marchandes harappéennes, notamment des murailles massives, destinées sans doute davantage à protéger la ville des crues qu'à la défendre, car elles ne portent aucune marque d'assauts violents. Et une division en deux grandes sections, l'une consacrée aux bâtiments publics, l'autre aux habitations. A Mohenjo-Daro et Dholavira, cette séparation sautait aux yeux, avec une ville haute, appelée citadelle, et une ville basse résidentielle, édifiée selon le fameux plan en grille rappelant les agglomérations américaines. Sur des kilomètres s'y déroulent, du nord au sud, des artères principales, entrecoupées d'est en ouest de rues secondaires délimitant des blocs de 260 mètres sur 390. Les métropoles possèdent également en commun de grands édifices publics, dont certains ont été identifiés comme des greniers. Dans chacune des cités, cependant, se dressaient des bâtiments au plan unique : Mohenjo-Daro s'enorgueillissait ainsi d'un Grand Bain de douze mètres sur sept entouré d'une colonnade, probablement destiné à des ablutions rituelles.

Chaque quartier abritait semblait-il les membres d'une même profession : c'est ce que suggèrent, à



Les équipements publics sont l'une des caractéristiques majeures des villes de l'Indus, ici Mohenjo-Daro. A gauche, le Grand Bain de la ville, qui était rempli manuellement grâce à un puits situé dans l'une des salles latérales. Ci-contre, une rue dotée d'une canalisation et, en dessous, un puits. Les maisons d'habitation étaient dotées de tout le confort sanitaire. Ci-dessus, reconstitution d'une riche demeure avec, au rez-de-chaussée à droite, sa zone de propreté.

Harappa, les fours de potier, cuves à teindre, ateliers de travail des perles, coquillages et métaux qui y ont été exhumés, et dont les productions ont été retrouvées jusqu'en Mésopotamie. Les bancs de pierre disposés autour des puits communs, les échoppes, les marchés laissent imaginer une vie sociale animée. Les rues principales étaient barrées de part en part d'une chicane destinée à réguler la circulation : pas plus d'un char à bœufs à la fois ! Elles étaient bordées d'innombrables maisons mitoyennes auxquelles on accédait depuis une ruelle perpendiculaire, à l'abri de la chaleur étouffante de l'été, loin du bruit et des odeurs. En briques cuites, composées en général d'une ou deux pièces donnant sur une cour servant de cuisine et parfois d'atelier, elles pouvaient posséder un étage et une terrasse.

L'art des ingénieurs harappéens se manifeste jusqu'au plus intime des maisons. Chaque demeure disposait d'une plate-forme de bain d'un mètre cinquante de côté entourée d'un petit rebord, en briques soigneusement polies et recouvertes de chaux. Certaines étaient même pourvues d'estrades depuis lesquelles un membre de la famille ou un serviteur pouvait verser de l'eau, en une douche primitive ! Le sol légèrement incliné permettait à l'eau de s'écouler dans un coin avant d'être évacuée, grâce à un tuyau vertical ou une chute à travers les murs, jusqu'à une canalisation installée dans la rue. Certaines maisons étaient également dotées de

latrines, parfois simple trou, parfois siège en briques sommé de bois. Si elles n'étaient pas recueillies par un conduit d'évacuation aboutissant à la rue, les eaux usées s'écoulaient dans un puisard, régulièrement nettoyé. En outre, chaque cour était équipée d'un grand récipient de céramique pour les déchets.

Dans la rue, les canalisations, le plus souvent enterrées à une profondeur de 46 à 60 centimètres et généralement en briques cuites colmatées avec de l'argile, comportaient des



« Les équipements collectifs, c'est là que réside leur véritable supériorité ! »

Rita Wright

fosses d'aisance pour éviter l'engorgement. Des trappes de visite donnant accès à des escaliers permettaient aux ouvriers de retirer les déchets solides qui s'accumulaient au fond, les liquides s'échappant vers des canalisations débouchant dans la campagne. Rita Wright est admirative : « C'est là que réside la véritable supériorité des habitants de l'Indus : dans les équipements collectifs. Des civilisations contemporaines ont bâti des structures similaires, puits ou systèmes d'évacuation, mais aucune de façon aussi complète. »

Le fameux esprit de système des constructeurs harappéens se manifeste partout dans l'architecture : briques standardisées, mais aussi murs, cadres de portes, puits... Pourtant, malgré cette unité de formes, la société était loin d'être homogène : l'une des maisons de Mohenjo-Daro est trois fois plus grande que les autres. D'autres sont bâties près de fosses d'eaux usées, avec les odeurs que l'on peut imaginer.

Qui étaient les ingénieurs concepteurs de techniques aussi brillantes ? Qui gouvernait ? Et... qui nettoyait les égouts ? On en sait peu sur la société de l'Indus, son organisation, ses croyances religieuses, d'autant que son écriture est indéchiffrée. On pense seulement que l'on a affaire à des cités-États intégrées de façon lâche dans une même culture matérielle. « Malgré la grande diversité écologique de la région, relève Rita Wright, les objets retrouvés montrent clairement que tous, pour l'essentiel, partageaient une même vision de la vie. »

Cette civilisation fascinante s'éteint peu à peu après 1900 av. J.-C. Déplacement du lit des rivières ? Afflux de populations que les autorités sont incapables de gérer ? En mai 2012, une étude menée par des scientifiques de la Woods Hole Oceanographic Institution mettait en cause des changements climatiques majeurs. D'importantes fouilles sur le site de Rakhigari, entreprises en 2013, devraient lever un pan du voile...

FLORENCE LEROY



CERCLE DE STONEHENGE (Angleterre)

Érigé entre 2950 et 1600 av. J.-C., il représente une prouesse technique. Le plus grand des piliers centraux pèse 40 tonnes pour 9 mètres de long. Il a sans doute fallu, pour charrier ces monolithes, des systèmes perfectionnés de traîneaux et, pour les lever, des contrepoids, rampes ou échafaudages. Les pierres sont taillées avec un système de tenons et mortaises emprunté aux charpentiers. Les côtés des piliers verticaux sont renflés au centre afin d'éviter au spectateur qui les regarde de bas en haut l'illusion de les voir s'incliner vers l'extérieur : un procédé utilisé bien plus tard par les architectes grecs.

Portfolio **Architecture**

LES BÂTISSEURS DE RÊVES

Pyramides vertigineuses, mégalithes colossaux, voûtes complexes... Pour impressionner les hommes et les dieux, ils ont mis en œuvre des techniques dont les secrets nous restent souvent inaccessibles.



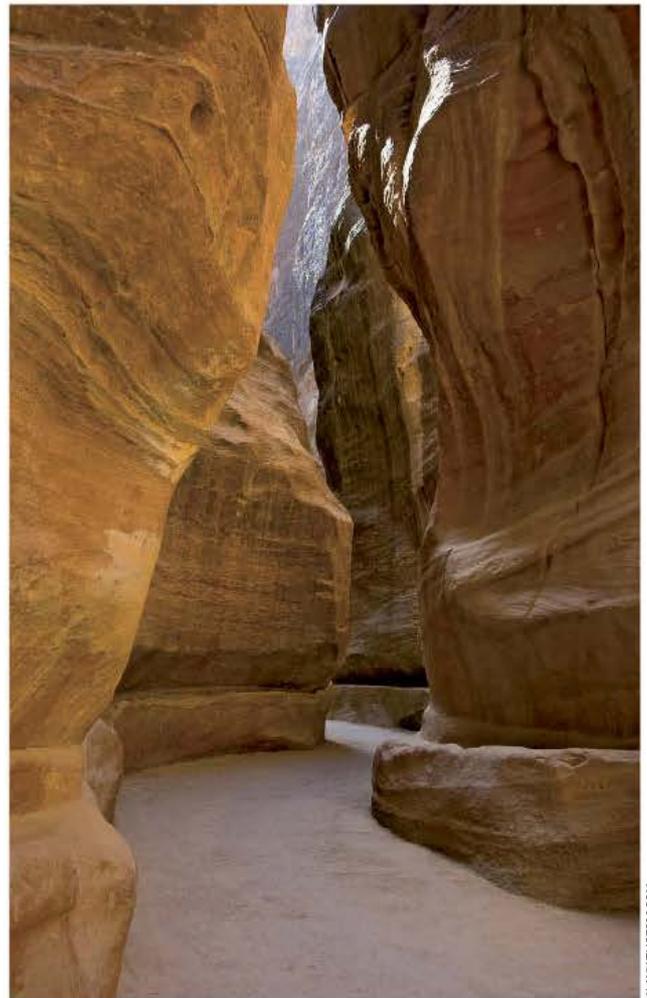
CHRIS CLOR/GETTY IMAGES





PUITS DE TURFAN (Chine)
Présents par centaines dans la dépression de Turfan, point le plus bas du globe après la mer Morte, les *karez*, ces puits plus que millénaires, fonctionnent selon le même système, très sophistiqué, que les *qanats* de la Perse ancienne. Reliés par un canal souterrain en pente douce, ils captent les eaux de fonte des montagnes et les font couir jusqu'aux réservoirs qui alimentent les oasis. On parle parfois d'une muraille de Chine souterraine car, à leur apogée, ils couvraient plus de 5000 kilomètres carrés.

AQUEDUCS DE PETRA (Jordanie)
Citernes, bassins, tunnels, ingénieuses canalisations... A partir du III^e siècle avant J.-C., les Nabatéens ont creusé dans le roc un incroyable réseau hydraulique afin d'apporter l'eau au cœur de leur capitale. Ici, deux fines rigoles bordent le défilé qui mène à l'antique cité.



ALAMY/PHOTO12.COM



FELERCO/TOUOLI

PONT INCA DE Q'ESWACHAKA (Pérou)
Les Incas avaient construit un vertigineux réseau routier de 25 000 kilomètres entre leur capitale, Cuzco, et leurs territoires les plus lointains. Pour franchir les rivières, ces bâtisseurs qui ignoraient l'arche ont conçu des ponts suspendus de cordes tressées d'une portée considérable : jusqu'à 45 mètres !

FORTERESSE DE SACSAYHUAMÁN (Pérou)

Avec sa triple muraille en zigzag de 400 mètres de long, et des blocs de parfois plus de 100 tonnes, ce « temple-forteresse » dérouté encore les spécialistes. En l'absence de bœufs et de véhicules à roue, inconnus des Incas, les pierres ont été déplacées par la seule force de milliers d'hommes tirant d'épais cordages. La technique d'assemblage des blocs, parfaitement encastrés les uns dans les autres, reste un mystère.





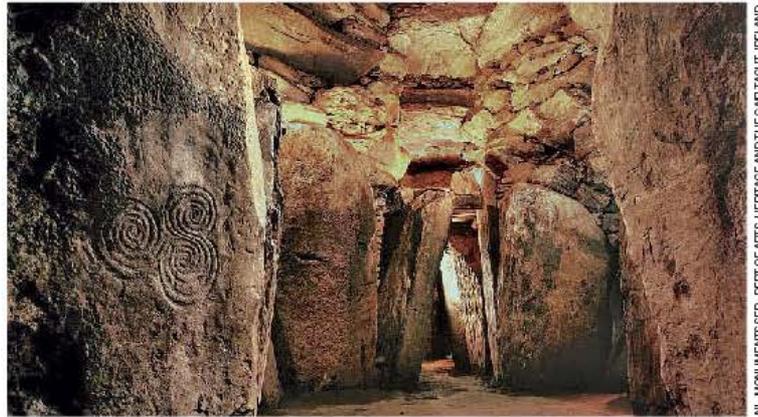
VICTOR ENGLEBERT



ALAMY/PHOTO12.COM

PYRAMIDE DU SOLEIL DE TEOTIHUACAN (Mexique)

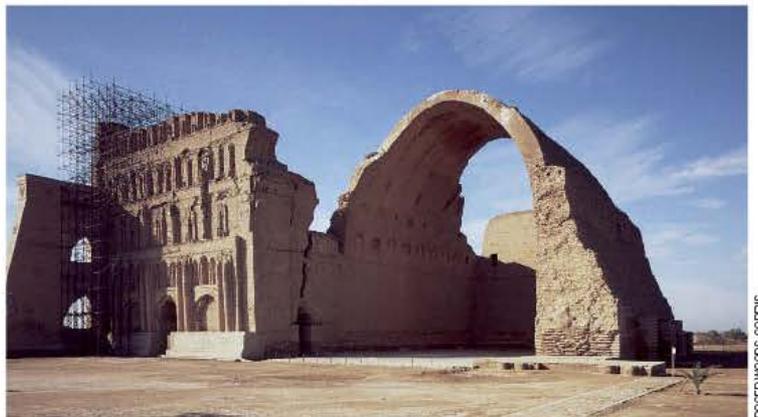
A son apogée, en 225 av. J.-C., couronnée de sanctuaires, elle mesurait 75 mètres de haut pour un volume de plus d'un million de mètres cubes. Un agglomérat de cendres, graviers et briques compose son noyau central, maintenu par une maçonnerie de 7 mètres d'épaisseur et des contreforts.



N.L. MONUMENTS SER., DEPT OF ARTS, HERITAGE AND THE GAEI TACHT, IRELAND

TOMBE MÉGALITHIQUE DE NEWGRANGE (Irlande)

Sa chambre funéraire est couverte d'une voûte à encorbellement exceptionnelle par sa taille – 6 mètres de haut – et sa date de construction : 3100 av. J.-C. Un exploit réalisé en superposant des assises de pierres qui se rapprochent jusqu'au sommet, fermé par une seule et énorme dalle.



ROGER WOODS, COREIS

ARCHE DE CTÉSIPHON (Irak)

Cet arc parabolique de 35 mètres, entrepris par un roi sassanide au ^{vi} siècle av. J.-C., fut longtemps le plus haut du monde. Les murs de briques s'élèvent d'abord à la verticale, puis sur champ avec un angle de 18°. Le tout est scellé avec du ciment. Résultat : aucun coffrage n'est nécessaire !

PYRAMIDE DE KHÉOPS (Égypte)

Près de 150 mètres de haut, 5 millions de tonnes de pierres dont des poutres de granite de 60 tonnes pour les chambres royales, et un chantier qui aura duré seulement 23 ans. Les archéologues se demandent toujours comment a été bâtie, il y a plus de quatre millénaires, la plus grande pyramide d'Égypte.



CHRIS WHITELAW



BERTHOLD STEINHEILER/AFREA



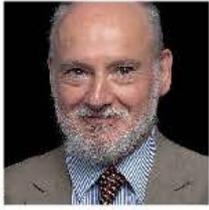
ALAMY/PHOTODISC.COM

TEMPLE DE GÖBEKLI (Turquie)

Composé d'une vingtaine de structures circulaires entourées de lourds piliers en T, dont plusieurs décorés d'animaux, il s'agit du plus vieux temple connu (11 000 ans) au monde. Il est peut-être l'œuvre de chasseurs-cueilleurs et non de paysans sédentarisés.

GRAND MENHIR DE LOCMARIAQUER

Érigé vers 4500 avant notre ère, ce mégalithe aujourd'hui brisé mesure plus de 20 mètres pour un poids de 280 tonnes. Extrait d'un affleurement de granite situé à une dizaine de kilomètres, il a pu être transporté par roulage sur des rondins et des rails de bois, ou par flottage sur un énorme radeau soulagé par des pirogues.



Chris Scarre, professeur d'archéologie à l'université de Durham (Royaume-Uni)

« Ces ouvrages assuraient la continuité entre les morts, les vivants et les dieux »

Vous êtes l'auteur d'un livre de référence sur les anciens bâtisseurs (1). Pourquoi ont-ils érigé des monuments si impressionnants ?

Dans le sud de l'Anatolie, à Göbekli, une équipe germanoturque a mis au jour un temple que de nouvelles datations désignent aujourd'hui comme le plus ancien bâtiment de l'humanité. Sa construction remonterait à 11 000 ans, dans une culture pré-agricole ! Cette découverte montre que, très tôt, les hommes ont ressenti le besoin d'ériger des monuments pour se rassembler, souvent à l'occasion de rites liés à des célébrations funéraires. Construire correspond aussi à la nécessité pour les élites de montrer leur pouvoir, d'imposer leur idéologie. Des professions de foi destinées à impressionner les hommes comme les dieux ! Dans le fond, rien n'a changé...

Y a-t-il des points communs entre ces édifices ?

Les peuples qui les érigent utilisent souvent des pierres d'une taille totalement disproportionnée par rapport aux moyens dont ils disposent pour les tailler, les transporter puis les dresser. Des défis colossaux, qui correspondent sans doute à la volonté de démontrer l'effort surhumain déployé et, comme je l'expliquais, la puissance de ceux qui ordonnaient cette construction. Par ailleurs, les hommes ont souvent donné aux édifices une orientation précise par rapport au soleil ou à certains astres, créant ainsi un lien constant entre la terre et le ciel, domaine des divinités. Ancrés dans les profondeurs du sol, les ouvrages assuraient la continuité entre les morts, les vivants et les dieux.

Quelles sont, selon vous, les réalisations les plus remarquables ?

Difficile de répondre tant le génie humain est vaste et divers ! Je citerais toutefois les pyramides et les temples égyptiens, pour leur taille et la somme des connaissances que requiert leur construction. Également les alignements de Nazca (100 av. J.-C à 700 apr. J.-C.), qui forment dans le désert péruvien les plus grands dessins à ciel ouvert jamais réalisés (*lire aussi p. 66*). Alors que leurs concepteurs n'avaient aucun moyen de prendre de la hauteur ! Enfin, Stonehenge, dont on ne comprend toujours pas la finalité.

“ Les bâtisseurs se sont toujours adaptés au fur et à mesure des travaux afin de corriger leurs erreurs ”

Le site, poursuivi sur plusieurs générations, est l'œuvre d'une société dépourvue de pouvoirs centraux. Et aucune sépulture « riche » n'y est associée. Pourquoi – et comment – avoir acheminé des pierres depuis des carrières situées à 240 kilomètres de là ? Et surtout, pourquoi avoir bâti si grand ?

Les anciens bâtisseurs travaillaient-ils sur plans ?

Les témoignages anciens sont rares. On a toutefois retrouvé, sur une plaque en calcaire, le plan du tombeau du pharaon Ramsès IX. Et celui de Ramsès IV sur un fragment de papyrus conservé à Turin. Chez les Grecs et les Romains, il est certain que les monuments répondaient à des spécifications précises. Ailleurs... Aujourd'hui, nos cerveaux d'Occidentaux ne parviennent à conceptuali-

ser qu'à partir de plans ou de croquis... qui ne sont qu'une vision abstraite du monument. Des hommes ont très bien pu réaliser des structures ambitieuses sans en avoir eu besoin.

S'agissait-il d'architectes ou de formidables ingénieurs ?

Chez les Grecs et les Romains, à nouveau, le rôle et les noms des architectes sont bien connus. Ainsi Ictinos et Callicratès pour le Parthénon. Dans les mondes plus anciens, la notion d'architecte n'apparaît qu'en Égypte : la construction de la pyramide de Djoser (2600 av. J.-C.) est ainsi attribuée à Imhotep. Il est même le premier dont le nom nous ait été transmis. Mais, plus géné-

vaient être déplacés si on les posait sur un traîneau équipé d'une quille et tiré par des hommes selon l'axe déterminé par des poutres parallèles posées au sol. Sur quelques tombes mégalithiques, au Danemark notamment, on a retrouvé des poteaux en bois qui indiqueraient la présence d'échafaudages destinés à dresser les pierres. A Gizeh, en Égypte, la pyramide de Khéops a mobilisé des dizaines de milliers d'ouvriers, et possédait au moins une immense rampe en calcaire, détruite par la suite. Mais tout cela reste spéculatif.

Certains de ces savoirs mis en œuvre ont-ils disparu ?

C'est vraisemblable. A cet égard, l'un des plus grands mystères reste le Grand Menhir brisé de Locmariaquer (Morbihan), avec son poids sept fois supérieur à celui de la plus grande pierre de Stonehenge ! Comment a-t-on pu le tailler, le transporter et le dresser à la verticale ? C'est presque impossible à conceptualiser !

Est-ce notre incapacité à entrevoir le « comment » qui explique le succès d'hypothèses loufoques ?

C'est une marque de réussite que de susciter de telles réactions chez nos contemporains ! Car les commanditaires de ces constructions cherchaient déjà à susciter du mystère, de l'irrationnel, du surhumain. A leur époque, le chantier titanique comme le résultat final provoquaient la stupeur et sans doute l'incompréhension des populations. Rien d'étonnant à ce que cela perdure aujourd'hui. **PROPOS RECUEILLIS PAR CAROLINE TANCRÈDE**

1. Directeur de l'ouvrage collectif *Secrets des premiers bâtisseurs*, Thames & Hudson, 2007



Long de 98 mètres, le colibri est l'un des 18 oiseaux gigantesques tracés par les Nazcas sur le sol du plateau.

Nazcas

Les tisserands du désert

C'est un spectacle fantastique ! Ailes déployées, prêts à l'envol, qu'ils soient colibri, pélican ou condor, les oiseaux géants de Nazca impriment de toute leur puissance immobile l'écorce du désert péruvien. En compagnie d'une trentaine de figures animales (singe, lézard ou araignée), ils ornent 450 kilomètres carrés d'un plateau aride en bordure du Pacifique. Ces géoglyphes immenses sont l'œuvre des Nazcas, dont la civilisation a fleuri au pied des Andes entre le ^v^e siècle av. J.-C. et le ^{viii}^e siècle apr. J.-C. Pour les apercevoir, il faut se rendre à 400 kilomètres au sud de la ville de Lima. Et pour en prendre toute la mesure, s'élever de quelques dizaines de mètres...

Pourquoi avoir réalisé de telles allégories ? Et comment les avoir exécutées en restant au niveau du sol ? Les spécialistes tentent de percer le mystère depuis plusieurs décen-

nies. « *En dissociant ces œuvres gigantesques des autres productions nazcas, l'imaginaire universel n'a retenu que les estampes démesurées rencontrées dans le désert, sans tenir compte de l'ensemble culturel auquel elles étaient reliées* », explique l'archéologue Patrice Lecoq, maître de conférences à l'université Paris Panthéon Sorbonne, spécialiste du Pérou et de la Bolivie. Car les Nazcas n'étaient pas seulement des créateurs de dessins gigantesques ! Mais aussi des bâtisseurs, et les auteurs de productions textiles remarquables.

A quelques kilomètres des célèbres figures se trouvent les vestiges de la cité de Cahuachi, épice de notre ère, ses habitants traçaient des alignements sur le plateau, il s'y dressait trente-deux pyramides en adobe. L'une d'entre elles, monumen-

Les figures tracées par les Nazcas dans le désert sont inspirées de celles qui ornent leurs textiles et leurs céramiques. Ci-dessous, récipient peint d'une loutre.



tal, s'élève d'ailleurs toujours dans les sables du désert. L'ensemble des géoglyphes est donc à raccorder à une cosmogonie complexe dont Patrice Lecoq remonte la trame : « *Civilisation de tisserands, habitués à manier de longs fils, les Nazcas ont reproduit au sol, en s'aidant de cordages manipulés à partir de points fixes, les mêmes motifs que ceux qui ornaient leurs poteries ou les précieux textiles qui ont fait leur notoriété.* » S'inspirant de modèles miniatures, ils en multipliaient les dimensions jusqu'à obtenir la version XXL souhaitée ! Ensuite, il leur suffisait de gratter les dépôts superficiels du désert caillouteux pour faire ressortir, en négatif, le sol de gypse plus clair situé au-dessous.

Du côté des interprétations, diverses extravagances ont bien entendu surgi vers le milieu du siècle dernier – pistes pour extraterrestres,

entre autres. Plus sérieusement, plusieurs hypothèses ont été formulées depuis les années 1970. Selon les spécialistes, la plus vraisemblable est qu'un système complexe liait les géoglyphes à des calendriers agricoles et des lieux de cultes rituels dédiés aux différentes divinités du panthéon des Nazcas.

Peuple d'agriculteurs installé dans le bassin du rio Grande, ils en avaient partiellement détourné les eaux pour irriguer leurs terres. Ingénieurs hydrauliciens, ils avaient mis en place un système proche de celui des *qanats* orientaux (*lire aussi p. 60*), creusant sous terre de profondes galeries pour apporter l'eau nécessaire à leur agriculture. Aujourd'hui encore, sur des kilomètres, des *puquios* (puits en spirale) permettent d'atteindre les nappes phréatiques. « *Les Nazcas possédaient une grande connaissance du parcours des eaux souterraines, qu'ils suivaient à travers le désert grâce à cet ingénieux système*, poursuit Patrice Lecoq. *Il existe un lien évident entre certains des tracés de surface, l'eau et l'agriculture. Même si, du fait du jeu des failles sismiques, dans cette région régulièrement bouleversée par des tremblements de terre, des trajets ont été modifiés au cours des siècles, nombre de corrélations devenant obsolètes.* »

Itinéraires sacrés

D'autres hypothèses font aussi des dessins nazcas des itinéraires sacrés. Parcourir ces figures était peut-être un moyen de communiquer avec des entités invisibles, en s'assimilant aux divinités surnaturelles représentées au sol. « *En Bolivie, de nos jours encore, des groupes suivent en dansant des tracés dans la montagne, en parcourant le chemin du "Serpent céleste", Amaru, la Voie lactée* », indique Patrice Lecoq. D'autres interprètent ces géants visibles du ciel comme des offrandes destinées à Kon Tiki Viracocha, le demiurge principal de la côte pacifique. « *Ces hypothèses ne s'excluent d'ailleurs pas* », estime Patrice Lecoq. Reste que si les lignes de Nazca ont marqué les esprits, elles ne sont pas uniques. D'autres géoglyphes existent au nord du Chili, dans le désert d'Atacama, à 800 kilomètres de là.

BERNADETTE ARNAUD

Mound Builders

Des collines élevées à mains nues

Un serpent de terre ondule de toutes ses courbes reptiliennes le long de la Brush Creek, un affluent de l'Ohio (Etats-Unis). Longueur : plus de 400 mètres ! Cette réalisation spectaculaire est l'œuvre de sociétés anciennes – et longtemps oubliées – installées entre les Grands Lacs et le golfe du Mexique. Sociétés que les archéologues ont regroupées sous le terme de Mound Builders, « les bâtisseurs de tumulus ». Au début du XVIII^e siècle, les nouveaux Américains découvrirent que ce qu'ils prenaient pour de vulgaires monticules étaient en fait des constructions humaines, dont les plus anciennes remontaient à 3500 ans avant notre ère. Pour la plupart concentrés

le long des grands fleuves, ces remblais étaient souvent dédiés à des cultes funéraires. Sur les rives du Mississippi, les vestiges de Cahokia, cité contemporaine de celles des grandes civilisations aztèque et maya, en témoignent. Au cœur du site, Monk's Mound – le tertre du Moine – est composé de quatre terrasses superposées culminant à 30 mètres de hauteur. L'ensemble occupe une surface de plus de six hectares ! Une telle masse de terre levée suscite l'admiration. D'autant que ces communautés ne maîtrisaient sans doute que des techniques rudimentaires : ainsi, c'est à l'aide de simples paniers d'osier tressé que des centaines de milliers

de mètres cubes de terre ont été déversés. Au sein de l'édifice, structuré par des renforts internes, le drainage était assuré par une alternance de couches d'argile et de matériaux grossiers. A l'extérieur, le tumulus était étayé sur deux flancs par des contreforts. La qualité du travail accompli est telle qu'aucun effondrement ne s'est produit, en dépit de la masse énorme de la colline artificielle.

« *En Amérique du Nord a toujours régné l'idée que certains êtres étaient au-dessus, observant les autres. Avec un second concept, fondamental, celui d'un étagement du monde* », précise l'archéologue Emmanuel Desveaux (Ecole des hautes études en sciences sociales). Cette notion permettrait d'expliquer tant l'architecture des pyramides d'Amérique centrale (*lire aussi p. 63*) que celle des constructions du Mississippi. « *En s'élevant d'un cran dans la plaine, l'homme se donnait la possibilité d'occuper une position intermédiaire entre le Ciel et la Terre* », poursuit l'archéologue. Inhumé dans ces tertres géants, le corps des défunts s'approchait des étoiles. Plus prosaïquement, ces énormes tumulus apportaient aussi une réponse aux inondations saisonnières auxquelles était soumis le bassin du Mississippi. De par leurs dimensions, ils échappaient aux crues et aux déluges.

Sans que l'on soit capable d'en expliquer les causes, la culture des Moundbuilders s'essouffle à partir de 1300. Les tumulus réduisent de volume. Dès 1500, tous semblent déjà abandonnés.

B. A.



RICHIEA COONECORRIS

Le Serpent Mound, dans l'Ohio, qui s'étend sur 420 mètres, est le plus grand des tumulus façonnés au monde.



Mayas

Un bleu intense pour l'éternité

Au début du ^{xx}^e siècle, Raymond Merwin (1881-1928) participe à des fouilles sur le site maya-toltèque de Chichén Itzá dans le Yucatán (Mexique). L'archéologue de Harvard est frappé par l'état de conservation inhabituel de certaines fresques. Bien que datés du ^{viii}^e siècle et exposés à l'air, aux pluies et à l'humidité de la jungle, les détails des peintures ont gardé une exceptionnelle intensité. Intrigué, le chercheur s'interroge sur l'origine de cette couleur proche du turquoise, que l'on nommera le bleu maya.

A cette époque, le seul pigment bleu connu pour avoir été utilisé par cette civilisation est l'indigo. Il s'obtient par la décoction des feuilles de l'indigotier, un arbuste abondant dans la région du Yucatán. Mais Merwin écarte rapidement la possibilité qu'il soit

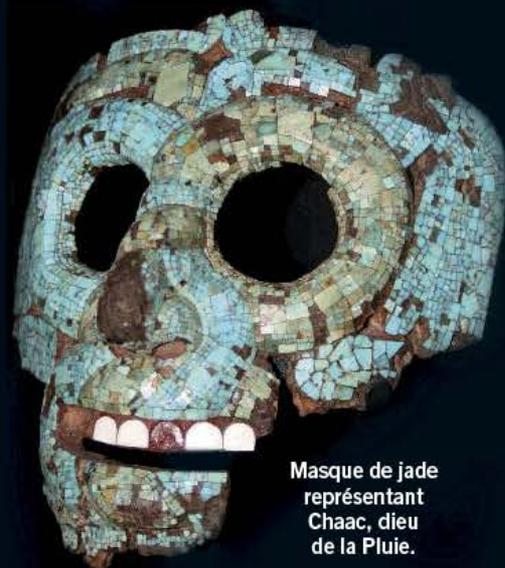
à l'origine de cette couleur soutenue : il est trop fragile. S'agirait-il donc d'un pigment d'origine minérale, tel le lapis-lazuli ? Là encore, Merwin répond par la négative, car si la roche bleue est connue des Incas, qui l'utilisent à la même époque comme pierre ornementale, nulle trace n'atteste de sa présence dans le Yucatán au ^{viii}^e siècle...

Il faudra attendre plus de trente ans pour que le géologue Hendrick Van Olphen perce enfin le mystère du fameux pigment. Son analyse physico-chimique révèle que le bleu maya, ni purement végétal, ni purement minéral, est en réalité un matériau hybride, bel et bien à base d'indigo mais associé à une argile blanche, la palygorskite ou attapulgitte. « *Observée à l'échelle du nanomètre, la structure de la palygorskite se distingue de celle des autres argiles, formées de couches successives de*

Grâce à sa structure de nanomatériau, le bleu maya reste éclatant au fil des siècles. Vase, entre 950 et 1492.



Figurine féminine, vers 600 apr. J.-C.



Masque de jade représentant Chaac, dieu de la Pluie.

matière et dites lamellaires, par une structure en canaux qui emprisonne les molécules d'eau, explique Pauline Martinetto, chercheuse au laboratoire Structure et propriétés des matériaux conditions extrêmes au CNRS. *Lorsqu'on mélange l'argile et l'indigo entre 120 °C et 180 °C, l'eau de l'argile s'évapore. Puis l'indigo se lie chimiquement à la palygorskite, profitant de l'espace libéré pour se faufiler dans ses canaux.* » Encapsulé dans cette matrice inorganique, le pigment bleu est protégé des attaques de l'environnement (air, eau, température, acide).

Nanomatériel millénaire

Ainsi la palygorskite peut-elle être qualifiée de « nanomatériau », sa structure nanométrique lui conférant des caractéristiques particulières : résistance chimique, stabilité thermique et stabilité mécanique. Et si les Mayas ne connaissaient pas les secrets de leur extraordinaire bleu, onze siècles avant que le microscope électronique ne permette son observation, ils le maîtrisaient parfaitement.

« La mise au point de ce matériau demandait sans doute un certain savoir-faire, car il nécessite des proportions et un chauffage très précis, indique Pauline Martinetto. Or, la fabrication était non seulement contrôlée, mais reproductible; on a en effet retrouvé le bleu maya sur d'autres sites, dans des fresques mais aussi sur des objets ornementaux et même des codex, laissant supposer qu'il existait des ateliers où il était fabriqué en grande quantité. »

Les vertus de ce nanomatériau intéressent aujourd'hui les chercheurs. En perspective, le développement de peintures hybrides dans des domaines comme la création de revêtements non toxiques et non dégradables, ou bien encore de peintures luminescentes.

MARIE-NOËLLE DELABY

Grecs anciens

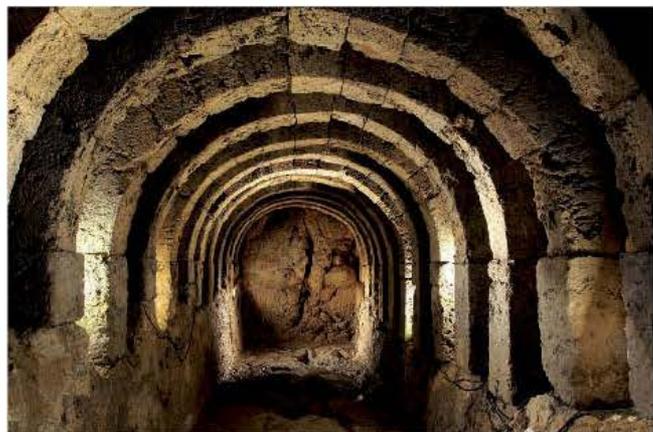
La « porte des Enfers », un troublant piège à sons

ILS SAVAIENT concevoir des amphithéâtres à l'acoustique parfaite. Des recherches en Epire (Grèce du Nord) semblent indiquer que les architectes grecs maîtrisaient également l'art de sculpter le silence, et s'en servaient pour manipuler les esprits.

Sur la colline dominant le petit village de Mésopotamos se dresse un imposant complexe architectural, dont les plus anciens éléments datent de la fin du IV^e siècle av. J.-C.

Probablement construit sur un ensemble antérieur, le site est composé de plusieurs pièces et couloirs entourés par une épaisse enceinte. Il s'agirait d'un sanctuaire oraculaire associé au royaume d'Hadès, dieu des Enfers, plus précisément d'un *nécromanteion*, lieu où l'on venait consulter les morts. C'est, du moins, la thèse de l'archéologue Sotirios Dakaris qui y dirigea des fouilles dans les années 1950 puis 1970. *L'Odyssée* a permis à Dakaris d'asseoir son hypothèse. Car au chant X, Ulysse reçoit de Circé des indications pour trouver l'oracle des morts, situé, selon la magicienne, à la confluence des fleuves Cocyte et Achéron. Deux fleuves qui se réunissent effectivement à proximité du sanctuaire. La découverte d'une crypte souterraine a renforcé encore l'interprétation de l'archéologue grec, convaincu d'avoir trouvé la mythique porte des Enfers. Une vision discutée.

Parmi ceux qui doutent, le géomorphologue Eric Fouache, professeur à l'université de Paris-Sorbonne, et l'historien François Quantin, maître de conférences à l'université de Pau. Ces chercheurs font remarquer que le tracé des



RENÉ MATTESHEMIS FR

La crypte du *nécromanteion* de Mésopotamos.

fleuves a pu bouger depuis l'époque d'Homère. D'autres experts pensent que le site est une simple villa fortifiée. Mais pour les spécialistes du site épirote, si l'on ne peut affirmer à 100 % que Dakaris avait raison, prouver le contraire est tout aussi difficile.

De façon inattendue, une « preuve par le son »

Cette crypte se comporte comme une chambre sans écho, totalement silencieuse

pourrait venir conforter son interprétation. Un acousticien et un ingénieur grecs ont en effet étudié en détail la crypte, dont le plafond est formé de quinze arches. Ils ont montré qu'elle possédait de bien curieuses propriétés acoustiques. Tout d'abord, le temps de réverbération y est très faible, environ 0,3 seconde. Ensuite, les mesures indiquent un très bas niveau de bruit de fond. « Cette crypte se comporte

comme une chambre anéchoïque, un lieu sans écho, en somme comme un espace ouvert, totalement silencieux, indique Panayotis Karampatzakis, l'un des deux auteurs de l'étude. Nos modélisations montrent que la succession des arches piège très efficacement le son. C'est un peu comme si les architectes avaient utilisé la loi de Sabine qui relie le temps de réverbération d'un espace fermé à son volume et à sa surface. Mais cette loi n'a été découverte qu'à la fin du XIX^e siècle ! Il faut imaginer l'effet que cette ambiance produisait sur des gens plongés dans une quasi-obscurité. »

Le psycho-acousticien français Michel Vallet connaît bien le phénomène : « Dans une chambre sans écho, on perd vite son orientation, car l'oreille n'a plus de repères. Au bout de 30 minutes, vous entendez votre cœur battre et ressentez une oppression respiratoire. Très rapidement, votre état mental se désorganise. » Bref, tout ce qu'il faut pour donner l'illusion aux pèlerins qu'ils sont entrés dans un univers parallèle, en l'occurrence celui du roi des morts. SYLVIE GRUSZOW



QUAND LES CHAMPS ONT, DROIT DE CITÉ

Les Mayas, comme les habitants de Constantinople, ont inventé des systèmes de culture productifs au cœur de leurs villes. Un modèle urbain pour demain ?

Voilà des années que Christian Isendahl arpente Xuch, une ville maya dont il ne reste que quelques vestiges, située dans la région de Puuc, au nord du Yucatán (Mexique). Mais cet archéologue de l'université d'Uppsala (Suède) ne s'intéresse ni aux palais, ni aux temples, pas même au centre politico-religieux de la cité. Il chemine là où s'étendaient autrefois les quartiers populaires parsemés de jardins, bien plus intéressants à ses yeux. « *Xuch a une histoire plutôt brève, explique l'archéologue. Vers 600 apr. J.-C., le site était peu peuplé, avant de connaître une croissance rapide entre 800 et 1000 puis de décliner jusqu'à l'abandon des lieux vers 1250, vraisemblablement à cause de mauvaises conditions climatiques.* » Ici, les sols sont fertiles, mais l'agriculture dépend de la saison des pluies. La gestion de l'eau est donc cruciale.

Sur quel schéma était bâtie la ville ? Comment s'organisait la vie des citadins ? Comment avaient-ils accès à la nourriture ? Et, plus largement, dans quelles conditions écologiques une ville peut-elle croître – ou mourir ? Tels sont les sujets de recherche qu'explorent Christian Isendahl mais aussi, depuis une décennie à peine, les pionniers de la « *résilience socio-écologique des systèmes urbains* ». Ces archéologues, sociologues ou écologues que l'on retrouve aussi bien en Suède, au Stockholm Resilience Center, qu'aux Etats-Unis, à l'université d'Arizona (1), décryptent l'environnement des villes du passé pour inventer celles d'aujourd'hui.

Car la conception d'une cité compacte, minérale, excluant toutes espèces animales et végétales à l'exception d'*Homo sapiens*, est en train de se lézarder. C'est le retour de la campagne à la ville. A New York, Detroit, Berlin ou Stockholm, des champs de légumes, des arbres fruitiers et des vaches ●●●

 Le site d'un centre de réflexion, le Laboratoire d'urbanisme agricole : www.lua-paris.com/

Comme Uxmal (ici le bâtiment dit le Pigeonnier), la ville de Xuch est située dans la région semi-aride de Puuc (Mexique). L'agriculture y dépend fortement de la saison des pluies.

ATLANTIDE PHOTO/AMEL CORBES

●●● font leur apparition entre béton et bitume. A Paris, le mouvement est même initié par AgroParisTech, l'Ecole nationale d'agriculture, qui a installé un jardin potager sur ses toits du 5^e arrondissement. L'avenir durable serait à l'agriculture urbaine. Une tendance qui, les recherches de Christian Isendahl le prouvent, renoue avec une invention millénaire!

A Xuch, les indices se trouvent au ras du sol. L'archéologue traque des sortes de terrasses émergeant à quelques décimètres au-dessus du sol. Elles se trahissent par des accumulations de détritiques, de gravats, de morceaux de céramique et de cailloux. L'œil expert de Christian Isendahl y décèle les pierres de seuil révélant la présence de maisons de bois depuis longtemps disparues : « *Chaque terrasse, de forme carrée, abritait quatre habitations, une par côté, poursuit-il. Elles entouraient un patio central parfois équipé d'une*



« Ils exploitaient, près de leurs maisons, des jardins de maïs et de légumes qu'ils enrichissaient par leurs excréments »

Stephan Barthel

citerne de récupération de l'eau de pluie. » Ces hameaux s'étendent à intervalles réguliers sur plus de 2000 hectares.

Toutes les terrasses sont bien séparées de leurs voisins par des bandes de terrain de quelques mètres de large, dont l'archéologue a eu l'idée d'analyser la composition. Des échantillons de sol ont été prélevés jusqu'à une profondeur de 35 centimètres. Ces interstices urbains ont révélé de fortes teneurs en carbonates et en phosphates, dénonçant la présence d'un terrain non seulement cultivé, mais aussi amendé. « *Nous pouvons en conclure que ces citadins exploi-*

taient près de leurs maisons des jardins de maïs et de légumes qu'ils enrichissaient par leurs excréments (ils n'avaient pas d'animaux d'élevage et donc pas de lisier), des cendres et des résidus de végétaux », estime Stephan Barthel, qui mène des recherches sur les systèmes socio-écologiques urbains à l'université de Stockholm. Des analyses plus poussées de la composition de ces sols montrent que les Mayas utilisaient des techniques écologiques qui ont aujourd'hui le vent en poupe, comme l'agroforesterie (la conjonction sur un même terrain de plantes cultivées et d'arbres

Représentation de la troisième année (sur quatre) du cycle de la croissance du maïs : le dieu de l'Eau Tlaloc fortifie la plante sous la forme de son épouse Chalchihuitlicue, en l'arrosant. Codex préhispanique Fejérváry-Mayer.



dont la présence sert à retenir l'eau et à enrichir les sols) ou l'asolement, pratiquaient l'irrigation, via des canaux et rigoles, et la préservation de l'eau par stockage dans des citernes parfois enterrées, ce qui leur permettait d'obtenir plusieurs récoltes tout au long de l'année. En un mot, ces citoyens avaient trouvé les moyens de produire beaucoup sur peu d'espace.

Les lopins de la Corne d'Or

Mais Xuch est-elle bien... une ville? La question est complexe, car aucune ville ne ressemble à une autre, ni dans son organisation, ni dans son caractère. Et deux approches scientifiques s'opposent. Les uns s'appuient sur le nombre d'habitants, la densité et la complexité des relations sociales. Les autres estiment que les implantations urbaines ne se définissent que par une différence de densité humaine par rapport aux environs. C'est cette seconde définition qui permet d'affirmer que les sites mayas sont bien des villes.

La civilisation aztèque a elle aussi fait preuve d'une gestion pointue des ressources agricoles jusqu'au sein des villes. À l'autre bout du monde, en Asie du Sud-Est, les agglomérations khmères autour des grands temples d'Angkor présentent une organisation similaire. Là encore, ces aires plutôt densément peuplées sont constituées de hameaux entourés de vastes champs de culture intensive.

Au-delà de ces « villes à basse densité », aussi baptisées « villes vertes » ou « villes jardins », des métropoles d'une tout autre grosseur ont également accueilli l'agriculture en leur sein. C'est le cas de Constantinople, sur lequel s'est également penché Stephan Barthel. La capitale de l'Empire romain d'Orient a traversé bien des vicissitudes pendant les mille ans de son histoire, entre la chute de l'Empire romain d'Occident en 476 et sa prise par les Ottomans en 1453. Mais au cours de ce millénaire, elle n'a jamais été conquise, et elle a su faire preuve d'une très forte capacité de rebond après les épidémies de peste, les sièges, les croisades et les guerres intestines. « *Bien que la recherche se soit beaucoup intéressée à cette cité, nous n'avons*



S. GAUTIER/SAGAPHOTO



LEORAMIREZ/AFP

Jardin sur les toits d'AgroParisTech à Paris (en haut), verger à Caracas : les villes accueillent de nouveau des activités agricoles.

découvert que très récemment un des aspects importants qui expliquent sa solidité, explique Stephan Barthel. Il s'agit d'infrastructures qui combinaient la production de nourriture et d'eau ainsi que leur stockage à l'intérieur des limites de la ville. »

Certes, la position géographique de l'antique Byzance – une péninsule facile à défendre – est très favorable. Le site bénéficie de la présence de la rivière Lycos, et le détroit du Bosphore est un passage obligé pour les poissons migrateurs, comme les thons. Cependant, la nourriture principale, c'est le blé. Du IV^e au VI^e siècle, celui-ci provient de la vallée du Nil, de l'autre côté de la Méditerranée. Un commerce qui prend fin avec la conquête de l'Égypte et de l'Afrique du Nord par les troupes musulmanes. Constantinople s'approvisionne alors auprès des agriculteurs de Thessalie et de Thrace. Mais les Constantinopolitains prennent aussi l'habitude de cultiver des lopins au plus près de leurs maisons de la Corne d'Or et dans des zones de « maraîchage » situées dans un rayon de moins de deux kilomètres des limites de la ville. L'historien Johannes Koder, de l'université de Vienne (Autriche), note que l'un des avantages de

cette agriculture de proximité, c'est de recycler les déjections de 400 000 habitants, leurs déchets de cuisine, ainsi que le fumier des chevaux, le lisier des cochons et les fientes des poules résidant en ville. Des élevages, des vergers, des vignes, des potagers s'imbriquent ainsi dans le tissu urbain. Leur exploitation fait l'objet de partages très politiques entre les monastères, l'aristocratie et de grands fermiers à qui l'exploitation des terres est confiée. Mais même les populations les plus défavorisées possèdent de petits jardins.

« Creuser pour la victoire »

Ces espaces deviennent précieux quand les menaces s'accumulent sur la ville. Ce qui lui arrive en moyenne tous les 65 ans durant les 1000 ans de sa splendeur. Dès 414, le mur de Théodose enclôt dans la cité 3 kilomètres carrés de terres destinées à rester agricoles et à abriter de grandes citernes d'eau pour pourvoir aux besoins d'une population assiégée. L'annexion d'une zone de 12 kilomètres carrés à l'extérieur du mur de Théodose et la création d'une capacité de stockage de plus d'un million de mètres cubes d'eau ont permis par la suite à Constantinople de résister aux coupures d'approvisionnement. Son territoire pouvait nourrir 300 000 personnes! Résultat : le siège tenté par le prince ottoman Bayezid I^{er} entre 1394 et 1402 – le plus long qu'ait eu à subir la ville – n'est pas parvenu à affamer la population.

Il n'y a *a priori* pas grand-chose de commun entre le cadre environnemental, le système de transports, l'organisation urbaine de Xuch, et ceux de Constantinople. Dans les villes mayas, la production agricole urbaine permet de réduire les besoins de transport alors qu'il n'existe ni véhicules à roues, ni bêtes de somme. A Constantinople, l'intérêt d'une production locale ne s'est principalement révélé que lors de crises coupant les routes commerciales. Cependant, les deux exemples montrent que la sécurité alimentaire est bien liée à la proximité des sites de production de nourriture. Les chercheurs suédois vont encore plus loin. Selon eux, l'agriculture urbaine, la ges- ●●●

« L'agriculture urbaine se développe très rapidement en temps de crise »



Jusqu'où peut-on s'inspirer des anciennes agro-cités ?

Je ne pense pas qu'on reviendra un jour au modèle des villes agro-urbaines. Mais il est important d'intégrer toutes les connaissances sur ces anciennes cités aux réflexions menées sur la construction de villes durables. En étudiant les techniques révélées par les sites archéologiques, nous élargissons la palette des solutions aux problèmes urbains. Les défis de base n'ont pas changé : par exemple, se procurer de la nourriture et de l'eau en quantité et en qualité suffisantes. Or, le système agro-alimentaire actuel est hautement vulnérable aux crises, non seulement d'énergie, mais aussi de production et de distribution

de la nourriture. Le modèle des villes du passé incluant des territoires agricoles au sein du tissu urbain nous permet de reconsidérer la vision moderniste qui veut que l'urbain soit l'antithèse de l'agaire.

Comment les urbains ont-ils pu oublier l'importance de produire de la nourriture au plus près d'eux-mêmes ?

Dans les villes industrielles, l'agriculture urbaine est devenue obsolète du fait de l'utilisation du pétrole. Avec cette énergie largement subventionnée, la nourriture a été produite dans des zones de plus en plus lointaines, car le transport ne coûtait pas cher. Le jardinage et l'agriculture de proximité ont disparu, ou presque. Cependant, l'histoire récente révèle qu'en temps de crise, les citadins

font preuve d'inventivité pour éviter d'avoir faim. L'exemple de Londres pendant la Deuxième Guerre mondiale, mais aussi de La Havane après la disparition de l'URSS, montrent que l'agriculture urbaine se développe très rapidement en réponse à la coupure des chaînes d'approvisionnement.

Toutefois, généralement, cette pratique disparaît une fois la crise surmontée.

Pourtant, il y a un renouveau de l'agriculture urbaine...

Aujourd'hui, les citadins se méfient des produits industriels vendus par la grande distribution. De plus, ils montrent un intérêt croissant pour la nature et une envie de voir pousser les choses. Enfin, la crise économique incite les plus pauvres à produire eux-mêmes leurs légumes. Ce mouvement qui s'accélère, y compris dans les mégapoles nord-américaines, rappelle qu'il y a un chemin alternatif au système actuel. Le pétrole va devenir rare et cher : n'attendons pas la catastrophe pour inventer – ou réinventer – des solutions!

PROPOS RECUEILLIS
PAR LOÏC CHAUVEAU

*Archéologue, université d'Uppsala (Suède)

de cultiver les espaces verts et les terrains de sport. En 1918, ces potagers urbains produisaient 2 millions de tonnes de légumes frais. Même réponse lors de la Seconde Guerre mondiale, où le mouvement « Creuser pour la victoire » assure à la capitale londonienne 1,3 million de tonnes de nourriture dès 1942.

Des troupeaux dans Paris

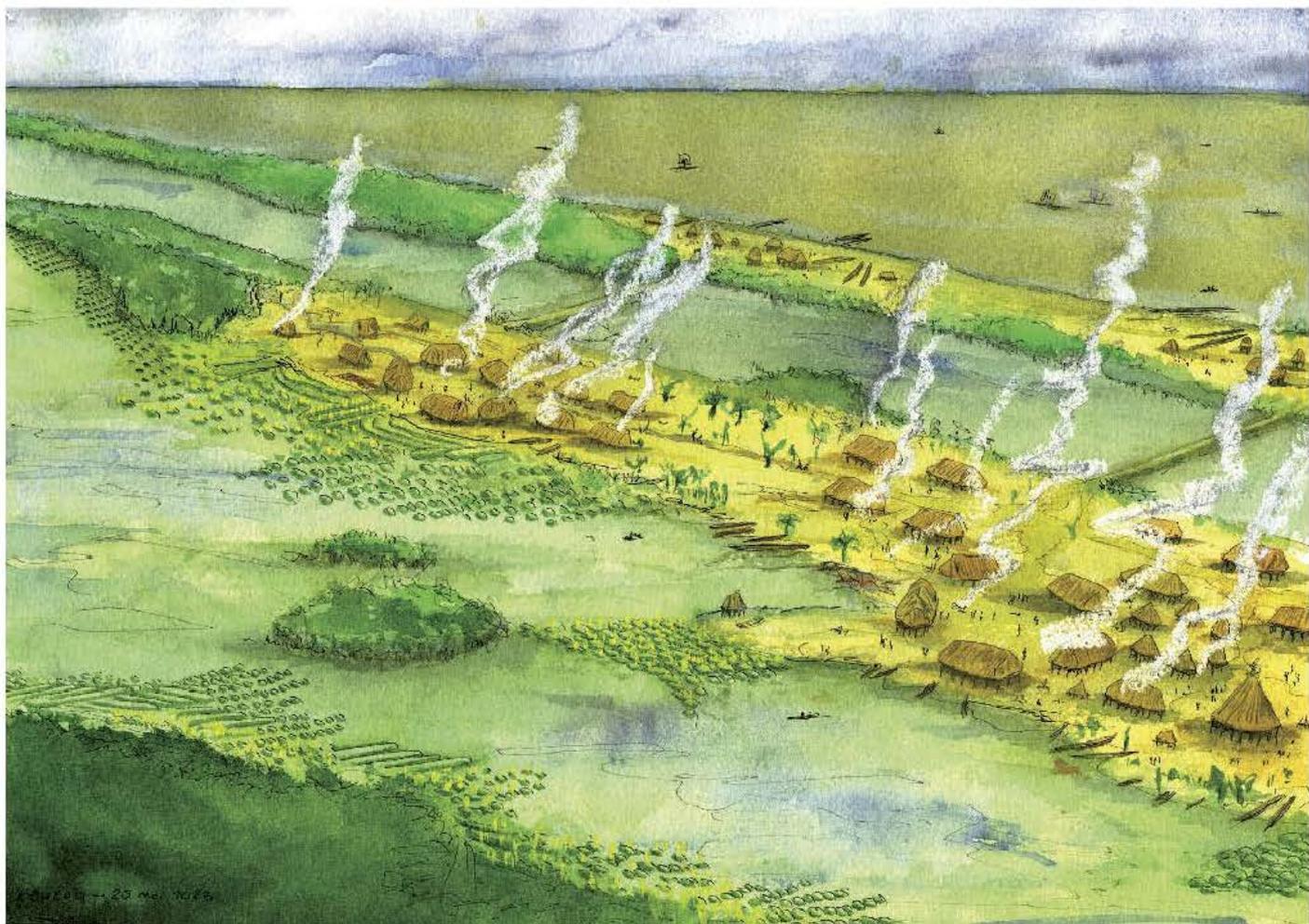
Au cours de la seconde partie du xx^e siècle, avec un exode rural massif, les pays en développement connaissent également l'essor d'une agriculture urbaine imaginative. Dans les cités d'Amérique latine comme Caracas ou Quito, notamment, émergent des cultures hors sol de salades, utilisant des sacs de terre, des claies, des tables de bois – des techniques soutenues et diffusées par la FAO, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. « *Les ruraux arrivant en ville n'ont souvent que leur compétence agricole à proposer*, raconte Christine Aubry, chercheuse à AgroParis-Tech qui a travaillé sur la question en Afrique. *Ils répondent au besoin en produits frais, d'autant que les circuits de distribution sont souvent défectueux.* » Selon ses études sur Antananarivo, la capitale de Madagascar, les terrains urbains et péri-urbains fournissent 80 à 100 % de la consommation de tomates, la totalité de celle de cresson et jusqu'à 25 % du riz, cultivé dans les zones inondables au pied des collines urbanisées.

Renouant sans le savoir avec des pratiques anciennes, les pays en voie de développement inventent des techniques d'agronomie urbaine qui se répandent dans le monde entier. Un incroyable transfert de technologie, où le Sud apporte son savoir au Nord, est en train de gagner les villes occidentales, y compris Paris, où le jardin d'AgroParisTech n'est plus seul. Un troupeau de moutons broute déjà les espaces verts du 19^e arrondissement et une ferme maraîchère va ouvrir bientôt dans le 15^e arrondissement. Le Xuch de l'an mil, la Constantinople du xv^e siècle pourraient devenir des modèles pour les villes d'aujourd'hui. **LOÏC CHAUVEAU**

1. Equipe Changements environnementaux globaux de l'urbanisation.

●●● tion de l'eau et la transmission de ces savoirs ont permis à ces cités de traverser les siècles. « *Nous en concluons que la production agricole n'est pas l'antithèse de la ville, mais qu'une activité urbaine intégrée contribue souvent à la résilience des cités* », affirment-ils. De l'histoire ancienne ? Certainement pas, et il ne faut pas aller

chercher très loin dans le temps des exemples qui montrent que l'agriculture n'est pas toujours étrangère à la ville. En Angleterre, Londres a réagi aux crises comme Constantinople. Pendant la Première Guerre mondiale, les villes anglaises répondent au blocus allemand en instituant le programme « Un homme, un jardin ». Autorisation est donnée



STEPHEN ROSTAIN

Les agronomes oubliés d'Amazonie

Vu du ciel, le paysage ressemble à une assiette de petits pois qu'un enfant, par jeu, aurait alignés en quinconce. Mais au sol, impossible de deviner que, sur plus de six cents kilomètres, le long de la plaine côtière qui s'étend du fleuve Berbice, au Guyana, à l'île de Cayenne, en Guyane française, la savane amazonienne est constellée de buttes de terre semblables à de vulgaires mottes. Les hommes

Dans les marécages côtiers de Guyane, les Amérindiens ont aménagé des milliers de petites buttes agricoles près de leurs villages édifés sur des bancs de sable. Vue d'artiste.

s'aventurent peu dans ces zones marécageuses, souvent envahies par une végétation touffue. On dit ici que ces monticules sont l'œuvre de Dieu, de la Nature ou, plus prosaïquement, d'animaux qui, à force de divaguer, ont creusé des rigoles sur ces aires régulièrement inondées. Des interprétations qu'il y a quelques années, deux chercheurs ont trouvées insuffisantes : leur intuition leur disait que ce paysage avait été façonné... par l'homme.

Pour percer le mystère des champs surélevés précolombiens, il a fallu que l'archéologue Stéphane Rostain et l'écologue Doyle McKey, du CNRS, partagent leurs points de vue et rassemblent une équipe interdisciplinaire de haute volée. Au terme de plusieurs années d'enquête, ils ont pu révéler l'un des plus ingénieux systèmes agricoles en zone humide toujours sur pied, dont les leçons apparaissent plus que jamais précieuses au XXI^e siècle. ●●●

●●● Pourtant, à part eux, personne n'y croyait. Car l'image d'une Amazonie vierge a la peau dure. « *Jusqu'aux années 1980, très peu d'archéologues travaillaient sur ce terrain*, souligne Stéphane Rostain, actuellement responsable de l'Institut français des études andines en Equateur. *L'opinion commune était que les peuples amérindiens qui l'avaient habité étaient des rustres : c'était faire fi de leur présence depuis plus de 13 000 ans, de leur connaissance poussée de la forêt, et de leur science!* » En poste en Guyane française, c'est lui qui, le premier, décide de survoler les basses terres côtières en ULM, et qui découvre les milliers de buttes parsemées dans les marécages : quelque 700 complexes répartis sur 3 000 hectares. « *Mes collègues étaient sceptiques sur l'hypothèse d'une origine humaine, et un archéologue seul n'a pas les moyens d'étudier ce genre de terrain* », explique celui qui leur consacra à l'époque une thèse.

Thémires et Barbakoebas

Deux décennies plus tard, celle-ci se retrouve entre les mains de Doyle McKey, un écologue du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive du CNRS. Il se documente sur ces étranges monticules qu'il a rencontrés, à son tour, au cours d'une recherche sur les parents sauvages du manioc. Sa curiosité est piquée, car certains arbustes ne poussent que sur les buttes, qui abritent chacune un nid de fourmis. Là encore, ses confrères, méfiants, arguent de paysages similaires, en Bolivie notamment, tout à fait naturels. « *Notre hypothèse était que nous avions sous les yeux des structures d'origine humaine, abandonnées il y a des siècles puis recolonisées par des insectes : encore fallait-il le démontrer* », se souvient-il.

En 2007, le CNRS finance un projet de recherche dont Stéphane Rostain et Doyle McKey prennent la tête. Ils s'entourent de pédologues, d'archéobotanistes, de biologistes venus d'Allemagne, du Royaume-Uni et de Suisse, et commencent leurs travaux. En croisant les expertises, ils espèrent trouver des preuves. Le tableau d'ensemble est promet-

teur. Photos aériennes interprétées en trois dimensions et prospections au sol montrent la richesse et la diversité des terrassements. Ceux-ci se composent de buttes de toutes formes : arrondies, ovales, carrées, rectangulaires ou allongées. Leurs dimensions varient de quelques dizaines de centimètres de diamètre et de hauteur pour les plus petites à trente mètres de long et plus d'un mètre soixante-dix de haut pour les plus vastes. Elles sont, enfin, organisées selon de savants assemblages, installés dans le sens de la pente pour faciliter le drainage des parties très humides, ou au contraire perpendiculairement pour retenir l'eau dans les zones plus sèches.

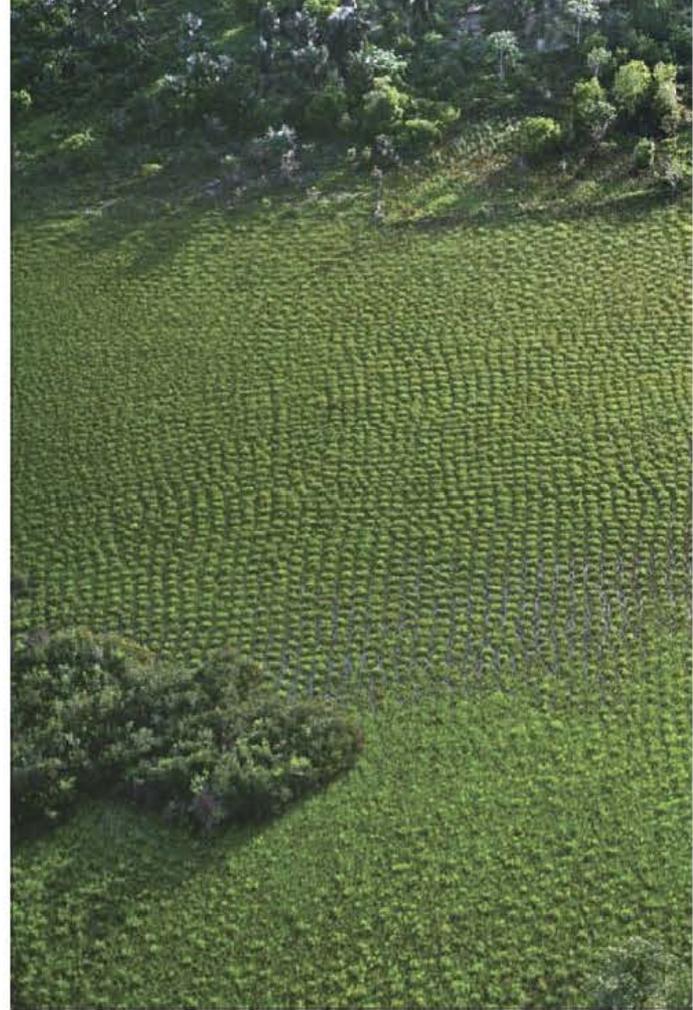
L'équipe garde en tête de précédentes fouilles, qui ont montré que des populations dites « arauqui-noïdes », identifiées notamment à travers leurs poteries, ont migré du Moyen-Orénoque jusqu'à l'île de Cayenne à partir de 450 de notre ère. En Guyane française, deux sous-ensembles culturels, les traditions barbakoeba d'abord, puis thémire, ont été identifiées sur les sites excavés par les archéologues. Les analyses les situent entre 950 et 1450, avant la conquête européenne. Comment les relier aux îlots de terre qui auraient pu constituer leurs champs cultivés ?

C'est dans cet esprit que les pédologues s'attaquent aux buttes. Les profils des îlots permettent de faire apparaître un paléosol, c'est-à-dire une ancienne surface de sol enterrée, ce qui exclut la possibilité que les vers de terre soient les constructeurs de ces structures. La matière organique de ce paléosol fait, elle aussi, l'objet d'une datation. Les périodes concordent avec la tradition barbakoeba. Buttes et villages fonctionnent en association : les monticules deviennent officiellement des champs surélevés précolombiens ! Dans une région soumise à des alternances



« Il faut imaginer une société complexe et dense, des villages de 1000 habitants et plus »

Stéphane Rostain



Ci-dessus et en haut à droite : entre mer et forêt, les buttes précolombiennes s'élèvent au-dessus du niveau des eaux.

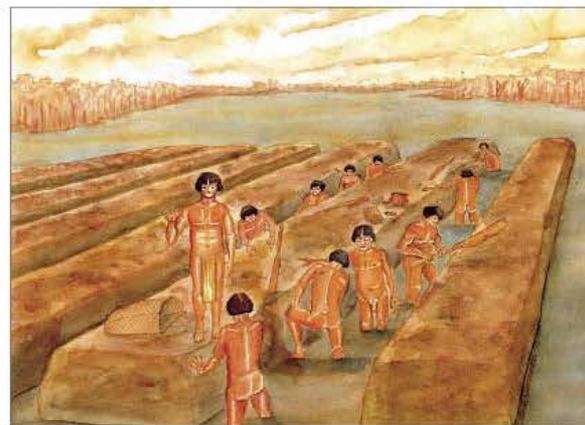
de sécheresses et d'inondations violentes, des agriculteurs ont créé des espaces secs qui concentrent les matériaux fertiles, préservent les cultures du pourrissement et, par une bonne aération, favorisent la croissance des plantes.

160 kilos de maïs par personne

Mais quelles plantes ? Dans les villages, l'analyse de fragments de plaques de cuisson révèle des graines de manioc, de piments et de courges. Mais la plus grande surprise vient des champs surélevés eux-mêmes. « *Sur les sols tropicaux acides, il est exclu de retrouver des pollens ou des graines qui permettent habituellement de savoir ce qui était cultivé* », explique Doyle McKey. Les espoirs des archéobotanistes se portent donc sur les phytolithes, des micro-particules de silice fabriqués par les plantes, qui peuvent demeurer fos-



Ci-dessus, des paysans aménagent près de Kourou des champs surélevés, dans la tradition des Précolombiens, représentés ci-dessous (vue d'artiste).



STÉPHEN ROSTAIN

silisées. Alors que l'idée commune veut que les Amérindiens aient édifié une « civilisation du manioc », ce sont des traces de maïs qui sont identifiées sur les buttes. En se basant sur la productivité moyenne de la plante et en tenant compte de périodes de jachère, les équations ont démontré qu'un site de champs surélevés de 75 hectares pouvait nourrir au minimum 264 personnes à raison de 160 kg de maïs par an et par personne. « Il faut imaginer une société complexe et dense, de gros villages de 1 000 habitants et plus, correspondant à des densités de 50 à 100 personnes au kilomètre carré », explique Stéphane Rostain.

Ces calculs bousculent fortement l'image bien ancrée d'un paysage quasi dépeuplé. La savane amazonienne a la réputation d'être incultivable, si ce n'est par brûlis, pour une agriculture extensive. L'héritage arauquinoïde dit tout autre chose. Des agriculteurs se sont sciemment installés entre la mer et la forêt, sur des terrains considérés comme hostiles par les Européens car périodiquement inondés, mais riches d'une fertile matière organique, et qu'ils maîtrisaient parfaitement. « Ces gens étaient intel-

ligents et travailleurs, suggère Doyle McKey. Ils ont pratiqué une agriculture écologiquement intensive qui a su tirer profit des mécanismes de régulation naturels. » Difficile de savoir ce qu'il est advenu de ces habiles paysans. Mais les pédologues savent lire leur disparition dans les entrailles de la terre. Entre 1300 et 1500, les buttes sont abandonnées. L'époque correspond à une phase de changements climatiques. Une montée ou une descente durable des eaux a-t-elle soudainement rendu les champs non viables ? La désertion correspond également à la période de la conquête européenne qui, par effet

de ricochet, chasse les Amérindiens de leurs terres, apporte différentes maladies et provoque finalement un effondrement des populations. A partir de cette date, le sol montre d'ailleurs que la technique du brûlis fait son entrée dans le paysage.

Tout pour plaire aux fourmis

Restait à comprendre l'exceptionnelle conservation de ces champs surélevés. Les équipes de Doyle McKey ont étudié la vie des buttes et compris le rôle des insectes vivant en colonie et organisés collectivement qui les peuplaient. Les monticules avaient tout pour leur plaire : une terre surélevée par rapport au niveau maximum d'inondation et bien aérée. Les colonies de fourmis se sont chargées pendant un millénaire de remonter des matériaux organiques et minéraux de la base vers le sommet des buttes pour entretenir leurs nids, compensant ainsi l'érosion programmée des structures et les réenrichissant sans cesse. Termites et vers de terre ont, eux, poursuivi l'aération des sols. Tous ces animaux ont généré des mécanismes auto-organisés d'entretien. Et quels mécanismes ! Les expérimentations pratiquées pendant trois ans sur les sites guyanais ont montré qu'aujourd'hui encore, la capacité d'infiltration de l'eau sur les buttes était près de dix fois supérieure à sa capacité à leur pied. « Les ingénieurs de l'écosystème ont sauvé les travaux d'ingénierie humaine ! », aiment à répéter les deux chercheurs.

Aujourd'hui, c'est en Zambie et en République du Congo que Doyle McKey poursuit ses recherches. Des champs surélevés y sont cultivés par des paysans qui pourraient, à leur tour, éclairer la science des populations arauquinoïdes. Mais les buttes guyanaises ont déjà des leçons à nous donner. A l'heure où les débats entre conservation et développement divisent, où les tensions autour de l'Amazonie se font de plus en plus aiguës, pourraient-elles servir de modèle ? « Pour comprendre un paysage, il faut comprendre son histoire », souligne Doyle McKey. Les champs guyanais montrent que l'action des hommes laisse un héritage écologique pour les siècles suivants. »

CÉCILE CAZENAVE

Rapanuis

Les jardins clos de l'île de Pâques

L'ÎLE DE PÂQUES, ou Rapa Nui, est souvent présentée comme la victime d'une mauvaise gestion de ses ressources par ses premiers habitants. Sa surface dénudée ne conserve que peu d'indices de son passé luxuriant. Mais la découverte récente d'une agriculture en jardins clos montre que les Rapanuis ont su exploiter intelligemment une ressource qui fit la renommée de l'île : ses pierres.

Ces roches qui parsèment le territoire sont les vestiges des *manavai*, ou « lieux d'eau » en langue rapanui. Des jardins ronds ou ovales, clos par des murs de pierres, qui intéressent les archéologues depuis une quinzaine d'années. Les fouilles ont permis d'en dénombrier plus de 1 450 sur les 160 kilomètres carrés de la petite île volcanique.



Près de 1500 de ces parcelles protégées ont été dénombrées sur l'île.

Leur apparition est datée du VI^e siècle, soit une centaine d'années après le peuplement supposé de l'île par des Polynésiens. Pour nourrir une population passée en un siècle de 100 habitants à près de 10 000, on y cultivait plus d'une vingtaine d'espèces de taros, de

patates douces ou d'ignames, dont la plupart ont aujourd'hui disparu. De récents travaux ont mis en lumière les nombreux atouts des *manavai*. Ils conservaient l'humidité du sol tout en protégeant les plantes du vent, des embruns, du soleil, des animaux et des voleurs. Mais leurs roches volcaniques permettaient également d'adoucir les amplitudes thermiques auxquelles était soumises les cultures, et de fertiliser les sols. Les analyses menées par l'archéologue pascuane Sonia Haoa et son équipe montrent une plus grande richesse en sels minéraux à l'intérieur des enceintes. Les jardins de pierres auraient enfin permis de limiter l'érosion du sol, dans cette île balayée par les vents et jadis dominée par des palmiers géants.

MARIE-NOËLLE DELABY

Incas DES SERRES À CIEL OUVERT

C'est un cratère de 70 mètres de profondeur et de 180 mètres de diamètre, présentant une dizaine de cercles concentriques. Le site de Moray (Pérou) fut probablement un laboratoire à ciel ouvert pour les agronomes incas. Il bénéficie d'un climat assez doux malgré son altitude (3 500 mètres) grâce aux sommets voisins qui le protègent du vent. La température au sol varie de 15 °C entre le centre, très abrité, et sa marche la plus haute. Une amplitude correspondant à l'écart existant entre le niveau de la mer et des terres situées à 1 000 mètres d'altitude. Selon John Earls, de l'Université catholique pontificale du Pérou, à Lima, les Incas utilisaient les terrasses aménagées comme autant de microclimats. Chacune ayant une température et une luminosité propres, ils déterminaient les conditions optimales de culture de leurs plantes et produisaient des semences pour les différentes régions du royaume.

M.-N. D.





DE AGOSTINI PICTURE LIBRARY/ANG IMAGES

Aztèques

Et le lac devint fertile

A l'arrivée des Aztèques sur les rives du lac de Texcoco (Mexique actuel), la région n'est qu'une zone lagunaire insalubre, couverte de roseaux et de joncs. Pourtant, lorsque les Espagnols y pénètrent deux siècles plus tard, ils découvrent une vallée luxuriante. Cette transformation est le résultat d'une des formes les plus spectaculaires d'agriculture : les *chinampas*.

Souvent qualifiées – à tort – de jardins flottants, ces cultures furent élaborées simultanément à la fondation de Tenochtitlán, capitale de l'Empire aztèque, aux alentours de 1345. Les Aztèques assemblèrent des joncs avec lesquels ils formèrent des plates-formes immergées par couches successives du fond du lac jusqu'à sa surface. Ils obtinrent ainsi des îlots de 3 à 4 mètres de large, où l'on cultivait le maïs, le haricot et la courge, mais aussi des fruits et des légumes. Accolées les unes aux autres, ces parcelles finirent par former des bandes d'une centaine de mètres de long, dessinant un quadrillage de canaux. « *Ce système présentait de nombreux avantages, comme le fait de pouvoir fertiliser la terre avec la boue des canaux, ou de faciliter l'irrigation en puisant l'eau en bordure de la parcelle*, détaille Eric Mollard, chercheur à l'Institut de recherche

Construction de chinampas lors de la création de Tenochtitlán, manuscrit mexicain du xv^e siècle.

pour le développement (IRD). *De plus, la rotation fréquente des cultures et leur diversité permettaient de produire toute l'année.* »

Nourrir 150 000 habitants

Les paysans, sans posséder ni fer ni animaux de trait, parviennent à nourrir une ville de 150 000 habitants, acheminant chaque jour leur production en pirogue vers les marchés urbains. « *Nous estimons qu'au xv^e siècle, période de leur expansion maximale, la superficie des chinampas atteignait 9 000 hectares !* », précise l'agronome. Mais cette innovation ne surviva pas à la prise de Tenochtitlán en 1521. La chute de l'Empire aztèque entraîne la disparition des structures administratives qui en permettaient le contrôle, provoquant la détérioration du système agronomique. Des crues affectent la cité. Puis les Espagnols, afin de construire des routes praticables et de créer des pâturages, assèchent les lacs, réduisant les *chinampas* à la portion congrue.

Toutefois, celles-ci ne disparaîtront pas totalement. Elles sont aujourd'hui insérées dans le tissu urbain de Mexico... et même protégées par la loi. Reste que la pollution des canaux, la baisse du niveau des eaux et l'urbanisation sauvage réduisent toujours plus la taille de ces écosystèmes uniques. **M.-N. D.**

Morisques

LES PIRATES AUX MAINS VERTES

« **LES GENS DE GHAR EL-MELH**

n'ont que la lagune et la montagne », dit un vieux dicton tunisien. De ce presque rien, une population de bannis parvint pourtant à faire une terre de cultures abondantes. En 1609, les Morisques – derniers Maures convertis de force au catholicisme – sont expulsés par Philippe III. 80 000 exilés quittent ainsi l'Espagne pour s'installer en Tunisie, où beaucoup n'ont d'autre choix pour survivre que d'écumer la Méditerranée. Mais l'éradication de la piraterie, vers 1640, les contraint à se concentrer au nord de Tunis, sur l'étroit cordon de terre qui sépare la lagune de Ghar el-Melh de la mer. Une terre aride que ces derniers représentants de la brillante civilisation arabo-andalouse vont transformer grâce à leurs connaissances en agronomie.

Ils fertilisent d'abord, avec de la terre et du fumier, l'étroite bande littorale coincée entre lagune et montagne, ainsi que les îlots émergés de ce bassin naturel. Puis recouvrent le sol d'une couche de sable pur afin, notamment, de stocker l'eau de pluie.

« *Les jardins maures reposent sur un système hydroponique*, explique Eric Mollard, chercheur à l'IRD. *Aucun arrosage n'est nécessaire, car les besoins des plantes sont assurés en toute saison par la nappe d'eau de pluie prise en étau entre le sable, qui freine son évaporation, et l'eau de mer au-dessus de laquelle elle surnage. En effet, à cause de leur différence de densité, eau salée et eau douce ne se mélangent pas. Le léger battement des marées amène régulièrement celle-ci à proximité des racines des végétaux, qui l'absorbent par capillarité.* »

Si Ghar el-Melh puise aujourd'hui principalement ses ressources du tourisme balnéaire, certains villages limitrophes pratiquent encore cette agriculture non mécanisée. **M.-N. D.**



La Forêt d'émeraude

La nostalgie d'une humanité perdue

De l'Ancienne Egypte à l'île de Pâques, les civilisations disparues sont un réservoir à fantômes, propices à toutes les interprétations, écologistes comme futuristes.

On prête volontiers aux civilisations disparues une sagesse, un savoir perdu. Le fantôme de cultures évanouies, le mythe de connaissances enfouies, de sciences oubliées à jamais semblent résonner avec une volonté tenace de nous projeter dans un lointain passé. Le cinéma n'est évidemment pas passé à côté d'une telle aubaine, entre chimères réactualisées et souvenirs de rêves juvéniles.

Dieu, voyou cosmique

L'Egypte est l'un des lieux privilégiés de cette fantasmagorie. Deux ans avant de réaliser *Independence Day*, Roland Emmerich orchestre la rencontre du dieu Rê et des technologies du futur. 1928, delta du Nil, site de Gizeh. Des

archéologues découvrent les restes d'un gigantesque anneau de pierre couvert de hiéroglyphes indéchiffrables, sur lesquels deux générations de chercheurs vont se casser les dents. Mais en 1994, un égyptologue brillant perce le secret de cette « porte ».

Malgré une critique assassine, *StarGate, la porte des étoiles* a rencontré un gros succès en salles. Il a ensuite été plombé par un téléfilm et une série éponymes, SF gadget tape-à-l'œil dont on fera l'économie sans regret. L'œuvre originelle comptait, elle, plusieurs idées originales : la rencontre du sable et du silicium, des puces et des dunes, des tribus primitives du fin fond du désert et de la high-tech céleste. Ce conte ethno-techno n'hésite pas à présenter Dieu comme un sauveur du continuum spatio-temporel, un vul-

gaire voyou cosmique. Une curiosité qui résonne avec l'œuvre de Bilal, ses pyramides volantes et ses divinités de l'Egypte ancienne stationnées dans le futur – la poésie en moins.

Eden éphémère

L'une des évocations les plus réussies de la conquête des Amériques, c'est *Le Nouveau Monde*, du rare et surdoué Terrence Malick. D'emblée, l'Américain propose ce regard inversé que seuls quelques grands noms du cinéma savent offrir : quand les bateaux anglais accostent sur les côtes de Virginie, en 1607, c'est à travers les yeux stupéfaits des autochtones qu'on suit la scène. La tribu indienne encercle les nouveaux venus, respire, palpe ces apparitions descendues de leurs immenses vaisseaux. Rien



Le Nouveau Monde

PRC/OBATCO-COLLECTION CHRISTOPHEL



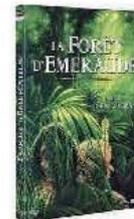
Stargate, la porte des étoiles

Roland Emmerich (E.-U., 1994)
DVD Studio Canal



Le Nouveau Monde

Terrence Malick (E.-U., 2006)
DVD Metropolitan



La Forêt d'émeraude

John Boorman (G.-B., 1985)
DVD Studio Canal

ne garantit la véracité historique de cette chorégraphie douce et suave, mais la séquence reste un important moment de cinéma. Malick ne dépeint pas les « sauvages » dans leur splendeur naturelle. Il évoque une civilisation sophistiquée, étrangère aux instincts de propriété, de domination, de compétition, qui pratique une pêche élaborée, cultive le maïs et le tabac. Ce paradis trouvé, éden éphémère scellant la naissance de l'Amérique, est l'une des obsessions magnifiques du cinéaste.

Dans son beau film *La Forêt d'émeraude*, John Boorman, le réalisateur du fameux *Délivrance*, évoque le même choc culturel, cette fois dans la société d'aujourd'hui. Il raconte l'histoire d'un ingénieur américain travaillant sur l'édification d'un barrage en Amazonie. Alors qu'il pique-nique avec sa femme et leurs enfants à la lisière du chantier, son garçon de 7 ans disparaît, enlevé par les Indiens. Accueilli, éduqué par la tribu des « Invisibles », le jeune homme, dix ans plus tard, a adopté leur mode de vie, leurs modes de pensée. Ils vivent harmonieusement et connaissent les rituels de guérison les plus efficaces. John Boorman évoque lui aussi la lisière comme fin du monde... Et, avec près de trois décennies d'avance, anticipe des événements tragiquement actuels :

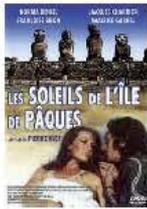
l'été dernier, des Indiens, qui se tenaient à l'écart de la civilisation depuis des générations, sont sortis de la forêt. Ils ont été filmés, et la vidéo a fait le tour du web. On y voit des dizaines d'hommes, de femmes et d'enfants, souvent nus, aux cheveux longs et noirs, attendant sur les berges d'une rivière. Armés de flèches et de lances en bois, les Mashco-Piro sont apparus durant trois jours avant de repartir comme ils étaient venus. Les scientifiques sont inquiets : si les Indiens sortent de la forêt, c'est que quelque chose ne va pas. Aujourd'hui, ce ne sont pas les *conquistadores* qui menacent une culture et des savoirs millénaires, mais les trafiquants de bois et de cocaïne, ainsi que l'appétit des multinationales. Le sous-sol de la jungle péruvienne renferme d'importantes réserves de gaz...

Parabole new age

On a raconté et écrit bien des âneries sur l'île de Pâques. Beaucoup ont confondu leurs fantasmes écolo avec une réalité scientifique non avérée. On s'est plu à croire, pendant des années, que si les Pascuans avaient disparu, c'est qu'ils avaient déboisé leur île, notamment pour édifier et transporter les fameuses statues géantes, les *moai*, au point qu'ils auraient été dans l'incapacité de construire des pirogues. Un comble pour un peuple de pêcheurs ! La société

pascuane se serait ainsi éteinte dans une espèce de parabole *new age* bon marché, celle d'un monde qui ne respecte pas la planète qui l'abrite. Le conte, popularisé par le biologiste évolutionniste Jared Diamond dans son livre *Effondrement*, a fière allure. Il s'est répandu comme une traînée de poudre d'un bout à l'autre de la planète. Mais les scientifiques le réfutent aujourd'hui, expliquant que si les Pascuans ont quasiment disparu, c'est essentiellement à cause de la colonisation qui a anéanti la population de l'île la plus isolée du monde. Pourtant, Rapa Nui conserve jalousement, encore et toujours, plusieurs de ses secrets. A commencer par ses fameuses statues géantes, qui tournent le dos à l'océan.

Il existe un film formidable sur l'île de Pâques, une fiction ésotérique admirable, lumineuse et poétique, réalisée par le Français Pierre Kast en 1971 avec l'excellent et regretté Maurice Garrel, *Les Soleils de l'île de Pâques*. Il met en scène une astronome, un entomologiste, une ethnologue, un psychiatre, une médium et un spécialiste de l'énergie solaire, qui se retrouvent sur ce bout du monde. L'histoire nous est contée par un réalisateur habité, planant au-dessus de nous tel un démiurge, un observateur cosmique. Le spectateur qui accepte ce mode original sera ●●●



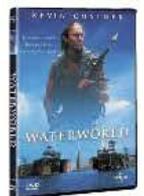
Les Soleils de l'île de Pâques
Pierre Kast
(France/Brésil/
Chili, 1971)
DVD épuisé



La Guerre du feu
Jean-Jacques Annaud
(E.-U./Canada/
France/G.-B.,
1981)
DVD Aventi



2001 : L'odyssée de l'espace
Stanley Kubrick
(G.-B./E.-U.,
1968) DVD Warner



Waterworld
Kevin Reynolds
(E.-U., 1995)
DVD Universal



Stargate, la porte des étoiles

PROD. DB/TCO

●●● emporté. Le DVD étant malheureusement épuisé, cette quête initiatique n'est actuellement visible que sur le web.

Ce fémur sera une arme

Avec *La Guerre du feu*, Jean-Jacques Annaud nous entraîne aux balbutiements de ce qui n'est pas encore une civilisation mais les débuts d'une culture, il y a 75 000 ans. Une reconstitution minutieuse, un gros budget et des bases scientifiques exceptionnellement rigoureuses : ce film ambitieux réussit, à travers les tribulations d'une tribu de pré-*Sapiens*, à faire vivre un moment essentiel dans l'histoire de l'Homme, celui où il apprend à maîtriser le feu et à énoncer un langage... Ce vertigineux voyage à travers le temps est une épopée envoûtante sur une planète truffée de dangers. Un drame humain, un film d'aventures et de voyages, mais aussi une tentative artistique pour nous comprendre nous-mêmes en montrant d'où nous venons. Œuvre fascinante et universelle, le film obtint un Oscar et deux César, et se revoit aujourd'hui avec beaucoup d'intérêt.

En remontant encore plus loin dans le temps, Kubrick et Clarke, pour la très longue séquence d'ouverture de *2001 : l'odyssée de l'espace*, nous entraînent à l'aube de notre espèce, il y a quatre millions d'années, quand l'homme n'est pas encore vraiment homme mais que déjà il découvre l'outil. Par hasard – ou sous l'influence d'un mysté-

rieux monolithe –, l'australopitèque observe que la chute d'un os sur un autre le brise. Quelques instants plus tard, ce fémur sera une arme. Et, très vite, un outil. L'humanité se profile. Kubrick opère son fameux raccourci vers les étoiles : il enchaîne directement de l'os qui tournoie dans l'air au vaisseau spatial virevoltant dans le noir cosmique... La transformation de la massue en arme thermonucléaire n'a duré qu'une nanoseconde du temps géologique.

Le souvenir des villes d'antan

La SF s'est largement emparée du thème fantasmagique de la civilisation ancienne, notamment dans *Alien, le huitième passager*, premier opus de la saga spatiale, signé Ridley Scott, en 1979. Dans un fabuleux décor né de l'imagination du designer suisse Giger, sur une planète lointaine, des explorateurs du futur pénètrent au cœur d'une gigantesque cavité qui semble avoir été la poupière d'une civilisation surdéveloppée. Si le site paraît abandonné depuis des lustres (c'est l'une des meilleures séquences du film), les astronautes embarqueront quand même dans leur bagages le fameux passager clandestin...

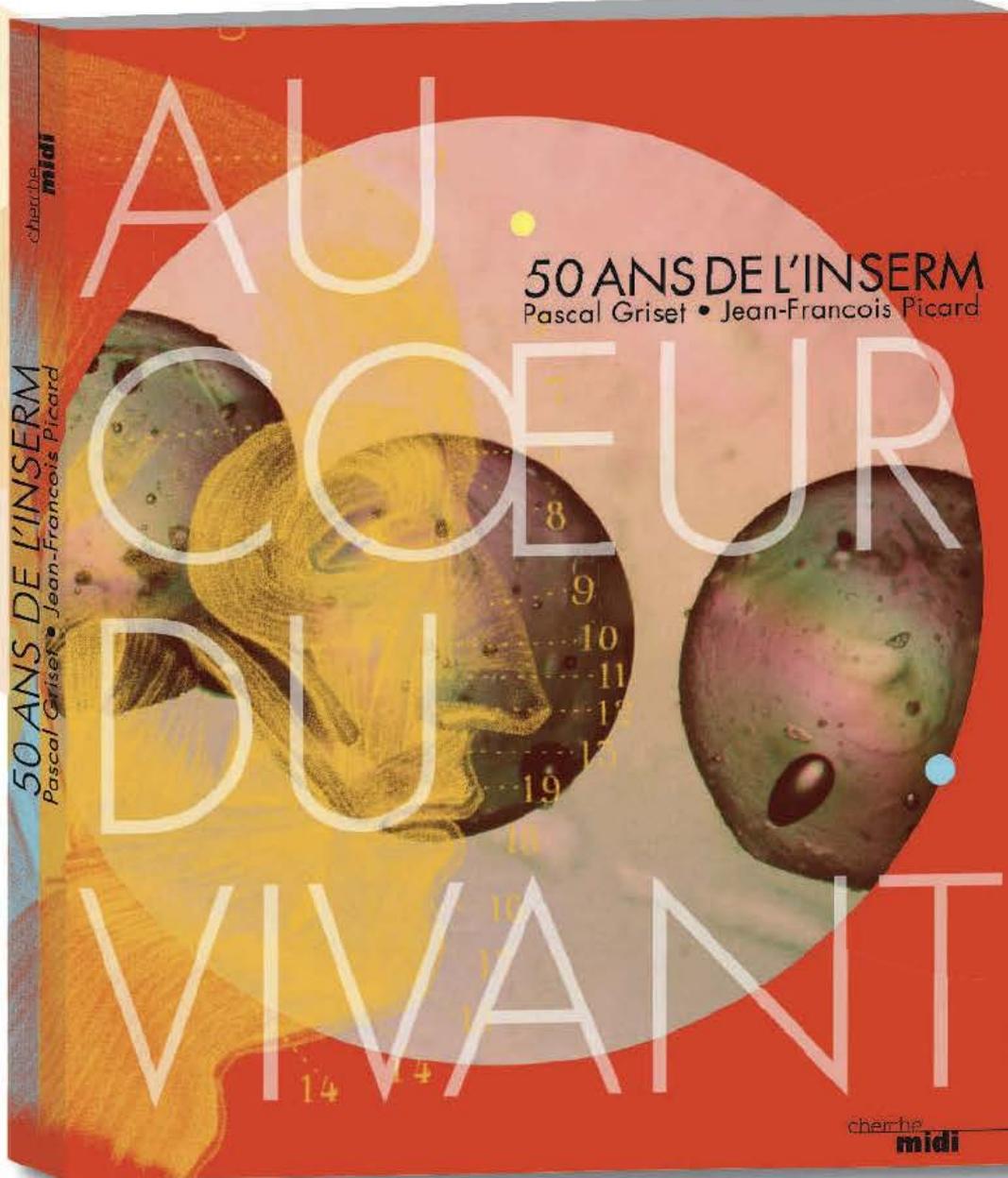
C'est à nouveau le cas dans le tout dernier épisode de la série, *Prometheus* (Ridley Scott, 2012). Dans la séquence d'ouverture, ce préquel nous entraîne dans les profondeurs de l'histoire, avant

l'apparition de l'Homme. Dans les paysages islandais les plus stupéfiants (la fosse de Gullfoss), Scott met en scène un être primitif, venu des étoiles, qui ensemencera la planète...

Quant à Kevin Reynolds, il innove, en 1995, avec une fiction rétro-futuriste. *Waterworld* est un immense contre-champ historique. Car, cette fois, la civilisation disparue, c'est la nôtre. Reynolds décroche de gros moyens pour mettre en scène ce *road movie* aquatique porté par Kevin Costner. Le film raconte un monde gagné par l'océan primaire. Envahie par les eaux, la planète est devenue vraiment bleue. Les rares survivants ont dû apprendre à récupérer tout ce qui surnage, assembler débris épars et objets pouvant être recyclés pour confectionner des radeaux, des villages flottants, structures bricolées ressemblant au souvenir qu'ont certains des villes d'antan. Car une légende souffle à la surface de l'océan, celle d'une civilisation disparue, dont même les cartes se seraient volatilisées. Mythe ou réalité cachée ?

Ici, le passé fantasmé, sa sagesse et ses savoirs perdus, c'est notre monde contemporain, redécouvert par un Kevin Costner mutant, *Homo delphinus* capable de respirer sous l'eau. La séquence finale est somptueuse : on discerne, profondément engluottis, les restes de la civilisation d'avant. Avant que l'homme ne saccage sa planète. **YVES BLANC**

Un nouveau regard sur le vivant



Il y a 50 ans, un organisme de recherche, l'Inserm, est créé pour répondre aux nouveaux défis des sciences médicales en développant les recherches fondamentale et clinique. À l'occasion de cet anniversaire, découvrez *Au cœur du vivant*, un bel ouvrage illustré qui retrace les grandes étapes de la construction de cet institut atypique et permet de mesurer l'ampleur des découvertes qui ont radicalement changé notre regard sur le vivant. Un voyage passionnant au cœur de la science avec, en fil rouge, les grandes avancées biomédicales des cinquante dernières années en immunologie, neurosciences, cancérologie, épidémiologie, génétique...

À retrouver en librairie à partir du 30 janvier 2014



LA GALERIE DE BOTANIQUE *du Muséum* OUVRE SES PORTES

Nouveau au
Jardin des Plantes

18 RUE BUFFON, PARIS 5^e

AVEC LE SOUTIEN DE LA



Fondation de la Maison de la Chimie

MNHN.FR



SCIENCES
AVENIR

Le Quotidien