

sance de calcul, on synthétise des hologrammes de plus en plus vite; on peut ensuite soit les enregistrer sur des pellicules, comme le fait la Société Zebra Imaging (voir la figure 8), soit les projeter sur un écran en temps réel grâce à divers dispositifs. Toutefois, les calculs sont très compliqués, et la transmission en temps réel d'hologrammes numériques de haute qualité (le vieux objectif de la télévision holographique) continue à se heurter à des problèmes techniques.

Un autre objectif à long terme s'est rapproché: le stockage de données *via* des hologrammes inscrits dans des matériaux tels que des photopolymères (qui se transforment sous l'action de la lumière) et des cristaux. De tels systèmes pourraient dépasser largement les capacités de stockage des technologies optoélectroniques actuelles, tels les DVD-ROM, mais on ne sait pas encore effacer des données ni les réécrire aussi facilement que sur les disques magnétiques.

D'autres applications continuent de se développer. Les hologrammes de sécurité évoluent rapidement pour conserver une longueur d'avance sur les contrefaçons. De nombreux dispositifs, tels des écrans radar



8. CET HOLOGRAMME présente une vue en couleur d'un modèle infographique de Seattle. Le motif a été créé par ordinateur. L'utilisation de l'informatique rend la synthèse d'hologrammes plus rapide, même si la quantité de calculs nécessaires reste une difficulté.

d'avions ou des lecteurs de codes-barres, incluent des composants dits holographiques: ce sont des éléments dont la surface est sculptée comme celle des hologrammes, ce qui leur confère des propriétés optiques particulières; un seul d'entre eux peut par exemple combiner les propriétés d'un miroir, d'une lentille et d'un prisme.

Leith affirmait que les méthodes de manipulation de la lumière développées par l'holographie continueraient à donner naissance à de nouvelles applications, qu'il regroupait sous le terme de transholographie. Citons par exemple la conjugaison de phase, une méthode corrigeant les déformations subies par les fronts d'ondes optiques lors de la traversée d'un milieu; on améliore ainsi les images de l'espace lointain qui arrivent sur les télescopes après avoir franchi l'atmosphère terrestre. En outre, les principes holographiques sont maintenant appliqués avec succès à d'autres formes d'ondes, telles les ondes électroniques, auxquelles s'intéressait Gabor il y a 65 ans. Bien que moins sous les feux de la rampe, l'holographie est donc encore bien vivante...



VOYAGER DANS LE TEMPS

La marche des sciences
Aurélié Luneau
14h/15h - jeudi
En partenariat avec *Pour la Science*

franceculture.fr



2005 Photos: Nuel Dange © Philippe Barrette. Courtesy galena Kossas - 424527 Paris 2011

L'OBSERVATOIRE le plus

1. LES ENCEINTES CONCENTRIQUES

de *La Fortaleza* constituent l'une des structures les plus étonnantes du site de Chanquillo. La nature de cette imposante structure large de 300 mètres est incertaine, mais il est probable qu'il s'agisse d'un temple fortifié.



SOLAIRE

ancien d'Amérique

Iván Ghezzi et Clive Ruggles

Occupé dès le IV^e siècle avant notre ère, le site pré-inca de Chanquillo, au Pérou, est doté d'un observatoire. Tout indique qu'il servait à établir un calendrier dans le cadre d'un culte solaire.

L'ESSENTIEL

✓ Situé dans le désert côtier d'Ancash, sur la côte Nord du Pérou, Chanquillo est un immense site dédié à un culte solaire pratiqué il y a 2 300 ans.

✓ Chanquillo comportait un temple fortifié et une colline crénelée de tours servant à repérer les événements solaires et à diviser l'année en périodes distinctes.

✓ Les restes d'offrandes retrouvés suggèrent qu'une élite guerrière avait créé et entretenait, à la faveur de grandes cérémonies, un culte solaire destiné à maintenir son pouvoir.

Service aérophotographique national, Pérou

Sur la côte péruvienne Nord, à quelque 400 kilomètres de Lima, se trouve le centre cérémoniel de Chanquillo. Ce vaste complexe d'édifices et de places serait vieux de 23 siècles. Sa fonction fait depuis longtemps l'objet de nombreuses interprétations. On a ainsi supposé qu'il pourrait avoir servi de forteresse, de refuge, voire être une sorte de temple cloîtré où l'on se livrait à des batailles rituelles. Les recherches, dont nous allons exposer ici les principaux résultats, nous conduisent pour notre part à penser que Chanquillo est le plus ancien observatoire solaire d'Amérique et qu'il était un lieu dédié au culte solaire.

En archéo-astronomie (archéologie des astronomies du passé), le terme d'observatoire est à employer avec précaution, car il évoque de supposés anciens « astronomes ». Les observatoires du passé nous renseignent plutôt sur la façon dont les Anciens percevaient, ordonnaient et contrôlaient le monde.

Nous savons aujourd'hui que les calendriers fondés sur l'observation des positions du Soleil sur l'horizon – ce que l'on nomme les calendriers d'horizon –

jouaient un grand rôle chez les peuples américains. Dans la civilisation maya, par exemple, la détermination et la prédiction des cycles célestes servaient davantage à dire l'avenir ou à la divination qu'à réguler les activités saisonnières. Dans d'autres régions de l'Amérique centrale, l'étude de l'orientation des édifices sacrés et de la disposition des cités suggère l'existence de calendriers d'horizon attribuant une importance particulière à certaines dates clés. Outre les solstices, ces dates comprenaient les passages du Soleil au zénith et d'autres encore, dérivées des premières, mais toutes inscrites dans l'entrecroisement complexe des cycles du calendrier méso-américain.

En ce qui concerne les Andes, les chroniques espagnoles révèlent l'existence chez les Incas de rites et de croyances cosmologiques en rapport avec un culte solaire d'État, qui donnait une grande importance aux cycles astronomiques et au calendrier. Ce culte solaire aurait été créé par l'élite inca pour cultiver l'idée de son origine divine, centraliser le pouvoir et légitimer son autorité. Plusieurs indices historiques et l'étude des alignements de bâtiments

sacrés – les *ceques* – dans la région de Cuzco, la capitale de leur empire, suggèrent que les Incas inscrivaient leur calendrier dans le paysage.

À ce propos, une question fondamentale est la relation à la nature des croyances cosmologiques et des pratiques calendaires dans les sociétés pré-incas. Se pourrait-il qu'en Amérique du Sud, les pratiques d'observations et le culte solaire soient bien plus anciens qu'on ne le pensait ? De telles questions nécessitent de remonter dans le temps bien avant les premiers chroniqueurs espagnols, de sorte que l'on ne peut tenter d'y répondre que par les moyens de l'archéologie. Cela pose les problèmes récurrents en archéo-astronomie de l'interprétation des alignements et de la structure des sites. Dans ce contexte, le site de Chanquillo est une exception puisqu'il se lit clairement : nous pouvons aujourd'hui affirmer qu'il servait à l'observation des levers et couchers du soleil tout au long de l'année.

Chanquillo se trouve dans le désert d'Ancash, au débouché de la vallée de la rivière Casma, sur la côte pacifique Nord du Pérou, dans un paysage aride de dunes, de sable, de roches et de forêts de caroubiers américains (*Prosopis pallida*). Ce site de 400 hectares est composé de multiples édifices, de places et de cours construits en pierre de taille et mortier de terre. La *Fortaleza* (« La forteresse »), son édifice le

plus connu, est une imposante structure de 300 mètres de long située en haut d'une colline et défendue par de grandes murailles, des parapets, des accès contrôlés et, en toute probabilité, par un fossé (voir la figure 1). Elle a été l'objet de nombreuses interprétations : forteresse, refuge ou même lieu de culte... Nous pensons pour notre part qu'il s'agit d'un temple fortifié.

La crête aux 13 tours

Une zone moins connue du site est une vaste aire à vocation publique et cérémonielle comportant de nombreux bâtiments, cours, places publiques et autres entrepôts (voir l'encadré ci-dessous). Nommée *Trece Torres* (« Treize tours »), sa structure la plus remarquable consiste en une série de 13 petites constructions cubiques en pierre et mortier de boue alignées sur la crête d'une petite colline, qui barre l'horizon à peu près au centre du site de Chanquillo. Disposées à intervalles à peu près réguliers compris entre 4,7 et 5,1 mètres, ces « tours » forment une structure crénelée orientée Nord-Sud, même si les positions des trois dernières tours (les tours 11, 12, 13 si l'on compte depuis le Nord) traduisent une inflexion vers le Sud-Ouest.

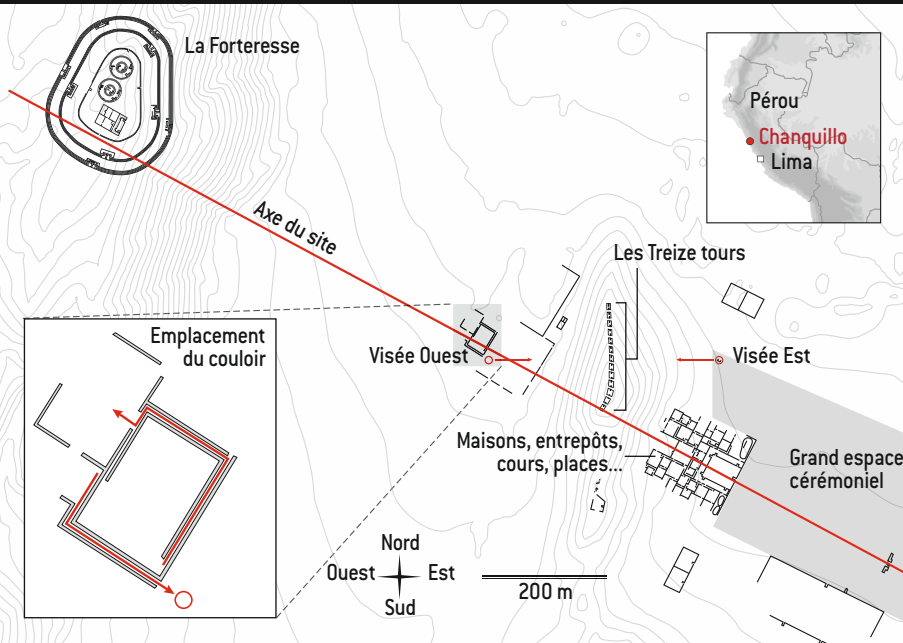
Bien que le bâti de ces structures soit en général plutôt bien conservé, les angles extérieurs et certains murs internes sont en partie effondrés. Les bases des tours

sont soit rectangulaires, soit en forme de losange ; leurs hauteurs, de deux à six mètres, dépendaient de la pente où elles furent édifiées ; leur volume varie de 150 à 750 mètres cubes. Chaque tour comporte sur ses faces Nord et Sud deux escaliers, plutôt bien conservés, qui mènent au toit. Au contraire de l'escalier Sud dirigé vers l'Est, l'escalier Nord se trouve au centre de la structure. Couverts de sable ou de gravier, les toits sont plutôt bien conservés. Les escaliers qui y mènent suggèrent que ces derniers étaient employés à quelque chose d'important (voir la figure 2).

À quelque 250 mètres à l'Ouest de la colline crénelée se trouvent trois enceintes rectangulaires adjacentes. Au Nord-Est de ce groupe, l'une d'elles – qui pourrait être aussi un bâtiment – a ceci de particulier qu'elle est entourée par un couloir de 40 mètres de long et de 2,5 mètres de large, soigneusement enduit et peint en blanc. Il conduit de l'intérieur de l'enceinte qu'il entoure à sa face Nord-Ouest, dont l'accès était lui aussi contrôlé par un mur. De là, une porte, puis un nouveau couloir mènent directement vers le Sud-Est jusqu'à une enceinte mesurant 53,6 par 36,5 mètres, elle aussi construite, enduite et peinte en blanc avec soin, d'où l'on fait directement face aux Treize tours. D'environ deux mètres de haut, les murs qui bordaient le couloir empêchaient d'apercevoir les Treize tours jusqu'au dernier moment. Autant

UN CULTE SOLAIRE ANTÉRIEUR AUX INCAS

Vieux de 2 300 ans, le complexe de Chanquillo comprend ce qui semble être un temple fortifié (*La Fortaleza*) et de nombreux édifices, entrepôts, places et autres cours. La structure *Trece Torres* (Les Treize tours), un curieux alignement de petites tours sur la crête d'une colline, domine le paysage. Tout indique qu'elle a été construite pour marquer sur l'horizon les levers et couchers du soleil tout au long de l'année. Par ailleurs, les principales structures du site sont manifestement alignées suivant un axe Sud-Est, ce qui suggère une organisation spatiale réfléchie. La fouille d'un grand espace cérémoniel situé face à *Trece Torres* a livré des traces de rituels et de banquets, notamment des figurines représentant des guerriers. L'élite dominante ?



Pour la Science, d'après Investigación y Ciencia