

seraient remplacés par des qubits (pour *quantum bits*), des superpositions de 1 et de 0. Un système de n qubits explorerait «simultanément» 2^n états différents et serait utilisé pour réaliser un très grand nombre d'opérations en parallèle. Ces ordinateurs, s'ils sont un jour opérationnels, résoudront en peu de temps des problèmes mathématiques qui nécessiteraient des durées de calcul considérables sur les ordinateurs ordinaires. Dans les systèmes que l'on envisage aujourd'hui, il existe deux grandes familles de qubits. Les premiers sont fixes dans l'espace : ce sont par exemple des groupes d'atomes dont les spins nucléaires pointent dans différentes directions et qui interagissent rapidement les uns avec les autres. Les seconds se déplacent rapidement d'un endroit à un autre (ce sont, par exemple des photons), mais sont difficiles à faire interagir selon les modes exigés par un ordinateur quantique. En transformant des photons mobiles en polaritons stationnaires – et inversement –, les dispositifs à lumière piégée fourniraient un moyen fiable d'opérer une conversion mutuelle entre ces deux types de qubits. On pourrait, par exemple, imprimer deux impulsions au sein d'un même nuage d'atomes ; cette impression déclencherait l'interaction de polaritons, c'est-à-dire, d'un point de vue informatique, le traitement de l'information contenue dans les impulsions d'entrée. La lecture du résultat s'obtiendrait en transformant l'empreinte laissée par les polaritons en de nouvelles impulsions lumineuses de sortie.

Même si la lumière ralentie n'est pas le moyen le plus pratique ni le plus universel pour la construction de l'ordinateur quantique, elle aura ouvert de nouvelles voies de recherches.

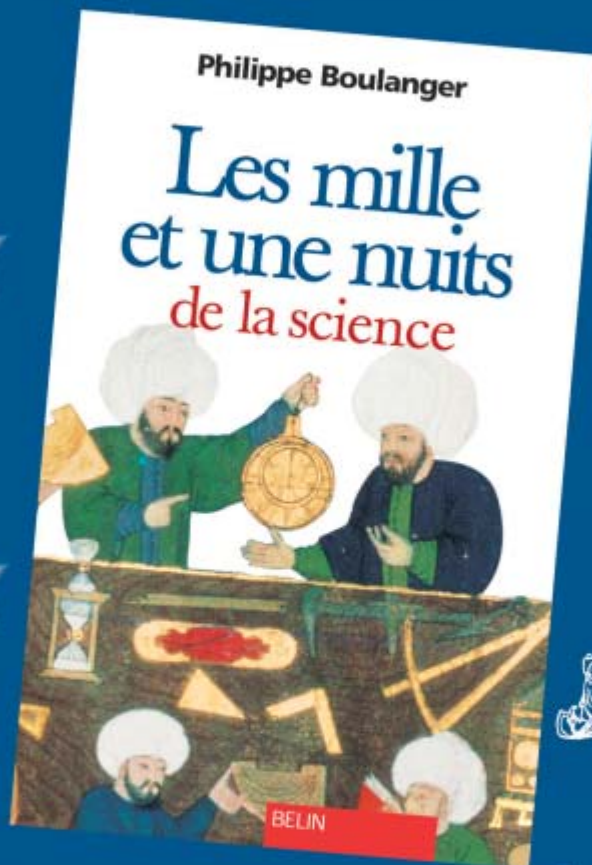
Lene Versteergaard HAU, professeur de physique à l'Université de Harvard, dirige le groupe Atomes refroidis de l'Institut Rowland pour les sciences de Cambridge, dans le Massachusetts.

Stephen E. HARRIS, *Electromagnetically induced Transparency*, in *Physics Today*, vol. 50, n° 7, pp. 36-42, juillet 1997.

Eric A. CORNELL et Carl E. WIEMAN, *La condensation de Bose-Einstein*, in *Pour la Science*, n° 247, mai 1998.

Chien LIU, Zachary DUTTON, Cyrus H. BEHROOZI et Lene Versteergaard HAU, *Observation of Coherent Optical Information Storage in an Atomic Medium Using Halted Light Pulses*, in *Nature*, vol. 409, pp. 490-493, 25 janvier 2001.

**Entrez dans l'ambiance orientale
des mille et une nuits et laissez-vous
charmer par l'imagination
de Shéhérazade contant la science
et les tribulations des savants**



«Dans ce livre, Philippe Boulanger, Directeur de la revue Pour la Science, réussit le tour de force de vulgariser des concepts difficiles en charmant son lecteur par une subtile danse... des neurones».

Hervé Ponchelet
Le Point

Code 002445 • 240 pages • Prix 100 F
Voir bon de commande p. 96



BELIN • POUR LA SCIENCE

Or et céramiques des Andes du Nord

JEAN-FRANÇOIS BOUCHARD

Les pillards ont longtemps «exploité» la nécropole équatorienne de Tumaco-La Tolita, qui regorgeait de figurines et de bijoux en or. Depuis quelques années, les archéologues ont enfin accès à cette région marécageuse et reconstituent l'histoire des Amérindiens qui y ont prospéré vers le début de notre ère.

Au Sud de la Colombie et au Nord de l'Équateur, s'étend une vaste plaine de 50 kilomètres de largeur limitée, à l'Ouest, par l'océan Pacifique et, à l'Est, par la cordillère des Andes. Une première frange côtière, recouverte de mangrove, c'est-à-dire de forêts de palétuviers qui poussent dans les vasières, borde le cours inférieur des fleuves qui descendent de la cordillère. À marée haute, les chenaux de marée forment un dédale d'affluents temporaires qui se jettent dans les cours d'eau réguliers ; tout autour, les sols où poussent la mangrove sont immergés, sauf quelques-uns, plus élevés, qui sont les seuls où l'on puisse construire des habitations. Au-delà de cette frange côtière de plusieurs kilomètres de largeur commence une plaine alluviale recouverte de forêt tropicale humide, qui s'étend jusqu'au pied de la cordillère, où la végétation se modifie progressivement avec l'altitude. Les études palynologiques ont montré que ce paysage n'a pas changé au cours des trois derniers millénaires.

La région regorge de sites archéologiques préhispaniques (voir la figure 2), dont les plus anciens datent du VII^e siècle avant notre ère et les plus récents du XVI^e siècle de notre ère. Ces sites se résument à des couches sédimentaires contenant des vestiges archéologiques, tels des figurines ou des récipients. Ils correspondent le plus souvent à des sols d'habitat ou à

des dépotoirs anciens. Ces derniers contiennent plus de 95 pour cent de fragments de céramiques, car, dans ce milieu humide, les vestiges organiques ne se sont pas conservés. On a également retrouvé des sites agricoles (voir la figure 3), caractérisés par des talus surélevés, séparés par des canaux de drainage. La présence de tessons de céramique dans les sédiments suggère que les populations amérindiennes y résidaient aussi, au moins de façon épisodique. Enfin, le site le plus important est la nécropole de l'île de La Tolita, dont les centaines de tombes contenaient d'innombrables objets en or (voir la figure 1), un site aujourd'hui dévasté par les fouilles clandestines.

Qui a façonné ces objets ? Comment les habitants de cet environnement si particulier, où l'eau est omniprésente, s'y sont-ils adaptés ? Ils appartenaient à la culture dite de «Tumaco-La Tolita», qui tire son nom du site archéologique de l'île de Tumaco, au Sud de la Colombie, et de la nécropole de l'île de La Tolita, dans l'estuaire du río Santiago, sur la côte Nord de l'Équateur. Elle s'étendait de Buenaventura à Esmeraldas. Cette culture a atteint son apogée entre 300 avant notre ère et 300 de notre ère. Les Indiens qui y appartenaient ont utilisé l'océan et les cours d'eau du littoral à la fois pour se nourrir, complétant par la pêche leurs ressources alimentaires issues de l'agriculture et de la cueillette, et pour se déplacer beaucoup plus aisément



J.-F. Bouchard

que par voie terrestre, ce qui leur évitait de traverser des zones de forêt dense et de marécages. Ils maîtrisaient les techniques de navigation. Leur société devait être organisée autour de rites funéraires et de la collecte de l'or dans la plaine alluviale. Les objets mis au jour témoignent de la splendeur de ces populations indigènes, qui ont prospéré dans les Andes du Nord pendant plusieurs siècles.

Il y a 25 ans, on savait peu de choses du passé précolombien de la région, hormis que ses habitants avaient produit des objets en or et en céramique qui parvenaient dans les collections publiques et privées par l'intermédiaire des pillards. Au milieu du XX^e siècle, sur l'île de La Tolita, les excavations ont même atteint un rendement quasi industriel : le propriétaire de l'île y avait installé un système de lavage de la terre pour récupérer les objets ou les fragments d'objets en or qui s'y trouvaient, comme s'il s'agissait d'un gisement alluvial. Imitant les conquistadors du XVI^e siècle, qui fondaient les idoles et les bijoux des peuples amérindiens pour enrichir les rois d'Espagne, il aurait envoyé plusieurs tonnes d'or en Italie sous forme de lingots. Outre que les sites étaient farouchement gardés par les pillards, la géographie et le climat de la région, peu propices à la fouille, n'incitaient guère les archéologues à s'y rendre. De plus, on connaissait tout aussi mal les autres cultures des Andes du Nord, de sorte que l'on ne savait pas situer la culture de Tumaco-La Tolita dans un cadre historique.

Une terre vierge de toute archéologie

En 1976, une mission archéologique française s'est établie en Colombie puis en Équateur. Nous avons alors prospecté dans la région, pour repérer les signes ténus de la présence d'un site archéologique. Seul un œil exercé est alerté par un monticule artificiel, un tessou affleurant à la surface... À ces endroits, nous avons effectué des sondages, pour confirmer la présence de vestiges archéologiques, avant d'entreprendre des fouilles. Nous avons également fouillé des sites urbains, découverts lors de chantiers de génie civil, notamment à Tumaco. Enfin, avec nos collègues équatoriens, nous avons travaillé, à différents endroits de l'île de La Tolita, à l'écart des sépultures précolombiennes saccagées par les pillards. Dans ces sols gorgés d'eau, nous avons pompé l'eau d'infiltration qui remplissait la fouille à mesure que nous progressions. Malgré ces dispositions, nous avons été contraints de travailler plus rapidement qu'à l'accoutumée. Nous avons poursuivi les fouilles jusqu'en 2000, quand la mission française a pris fin.

Par ailleurs, nos collègues équatoriens, colombiens, espagnols et nord-américains ont fouillé d'autres sites archéologiques : de petits hameaux ou des villages et, plus rarement, des agglomérations de grande taille, tel le site d'Atacames, près d'Esmeraldas.

1. LE STYLE DE CES FIGURINES est typique de la culture de Tumaco-La Tolita. La figurine en céramique (à gauche) a été façonnée entre le III^e siècle avant notre ère et le III^e siècle de notre ère. Le personnage est habillé d'un pagne court ; la forme fuyante de sa coiffure évoque une déformation crânienne (qui se pratiquait dans d'autres cultures amérindiennes, notamment chez les Mayas). La figurine en or (à droite) a un œil en platine, comme d'autres objets de la culture de Tumaco-La Tolita, qui allient les deux métaux précieux. Elle ne provient pas de la zone côtière, comme la précédente, mais du site d'El Angel, situé dans la sierra andine.



Musée de l'homme Cl. Batailla

L'équipe équatorienne a également fouillé à La Tolita, où elle a découvert un ensemble de sépultures collectives intactes, à l'écart des aires funéraires connues, presque toutes pillées. Cet ensemble se trouve dans un espace libre à l'ombre d'un grand manguiers, au milieu du petit village de Tolita-Pampa de Oro, la seconde agglomération de l'île après le port de Limones. Toutefois, aucune de ces tombes n'a livré d'objets en or.

Aujourd'hui, d'après le travail des archéologues des différentes missions, réalisé pendant les 25 dernières années, on peut désormais ébaucher quelques caractéristiques de la culture de Tumaco-La Tolita.

Une civilisation côtière équatoriale

À partir du style des fragments de céramiques retrouvés dans divers sites et du contexte stratigraphique de leur découverte, nous avons précisé la chronologie des collections d'objets d'art publiques et privées. La datation au carbone 14 de charbons présents dans les sédiments a encore affiné ces résultats.

La première phase d'occupation se situe entre 700 et 500 avant notre ère environ. Elle correspond au peuplement de la région par des Indiens venus des côtes équatoriennes plus méridionales, comme en atteste la ressemblance stylistique des céramiques avec celles de

la culture de Chorrera, qui prospéra de 1500 à 500 avant notre ère environ, en Équateur (voir l'encadré de la page 81).

Entre 500 et 300 avant notre ère, La Tolita devient une importante métropole qui exerce son hégémonie sur un vaste territoire côtier de plus de 500 kilomètres de longueur. Les objets en céramique, tels les récipients à usage domestique ou cérémoniel, les figurines à forme humaine et animale (ou en forme de chimères, à mi-chemin entre l'homme et l'animal) sont abondantes. Leur style, notamment celui des figurines, est homogène dans toute la région située entre Buenaventura et Esmeraldas Atacames. On a également retrouvé des figurines du même style en dehors de ces limites, par exemple dans la Sierra du Nord, près de Quito, ou sur le piémont Ouest (la pente douce au pied de la cordillère, où les matériaux que l'érosion a arrachés à la montagne se sont accumulés) : l'influence de la culture de Tumaco-La Tolita est probablement liée à un fort pouvoir politique et religieux.

À La Tolita, cette culture a laissé d'innombrables bijoux (voir la figure 6) et d'autres ornements en or dans les sépultures de la nécropole. Cette orfèvrerie est l'une des plus anciennes des Andes du Nord : les autres cultures de la région ont plutôt prospéré à partir du 1^{er} siècle de notre ère (en Colombie). Par ailleurs, la culture de Chorrera n'a pas laissé d'orfèvrerie. La société de Tumaco-La Tolita devait être structurée autour de rites funéraires et de la collecte de l'or dans toute la plaine alluviale. Ce territoire de mangrove et de forêt tropicale n'a sans doute été occupé que parce qu'il livrait beaucoup du précieux métal.

Entre l'océan et la cordillère, le territoire habité était relativement restreint. La plupart des sites d'habitat ont été découverts dans une étroite frange de la plaine alluviale, entre la mangrove et la forêt, principalement le long des cours d'eau de la partie aval de la plaine. Les Amérindiens de la culture de Tumaco-La Tolita ont probablement fait des incursions en haute mer ou dans le piémont et les bas versants qui entouraient son territoire, pour pêcher ou se procurer des matériaux destinés à la fabrication des objets de la vie domestique. Toutefois, la plupart du temps, ils devaient se limiter à la mer proche des côtes, aux estuaires et aux cours d'eau, à la mangrove et à la forêt de la plaine alluviale intérieure, pour y chasser et y pêcher.



2. L'AIRE OCCUPÉE PAR LES POPULATIONS DE LA CULTURE DE TUMACO-LA TOLITA se trouvait entre ces deux sites éponymes, où se concentrent la majorité des sites archéologiques. Toutefois, son influence, dont témoignent les objets découverts en dehors de ces limites, s'étendait jusqu'à Buenaventura, au Nord, et Esmeraldas, au Sud. Elle était installée sur la frange côtière recouverte de mangrove et de forêt tropicale, entre l'océan Pacifique à l'Ouest et la cordillère des Andes, à l'Est.