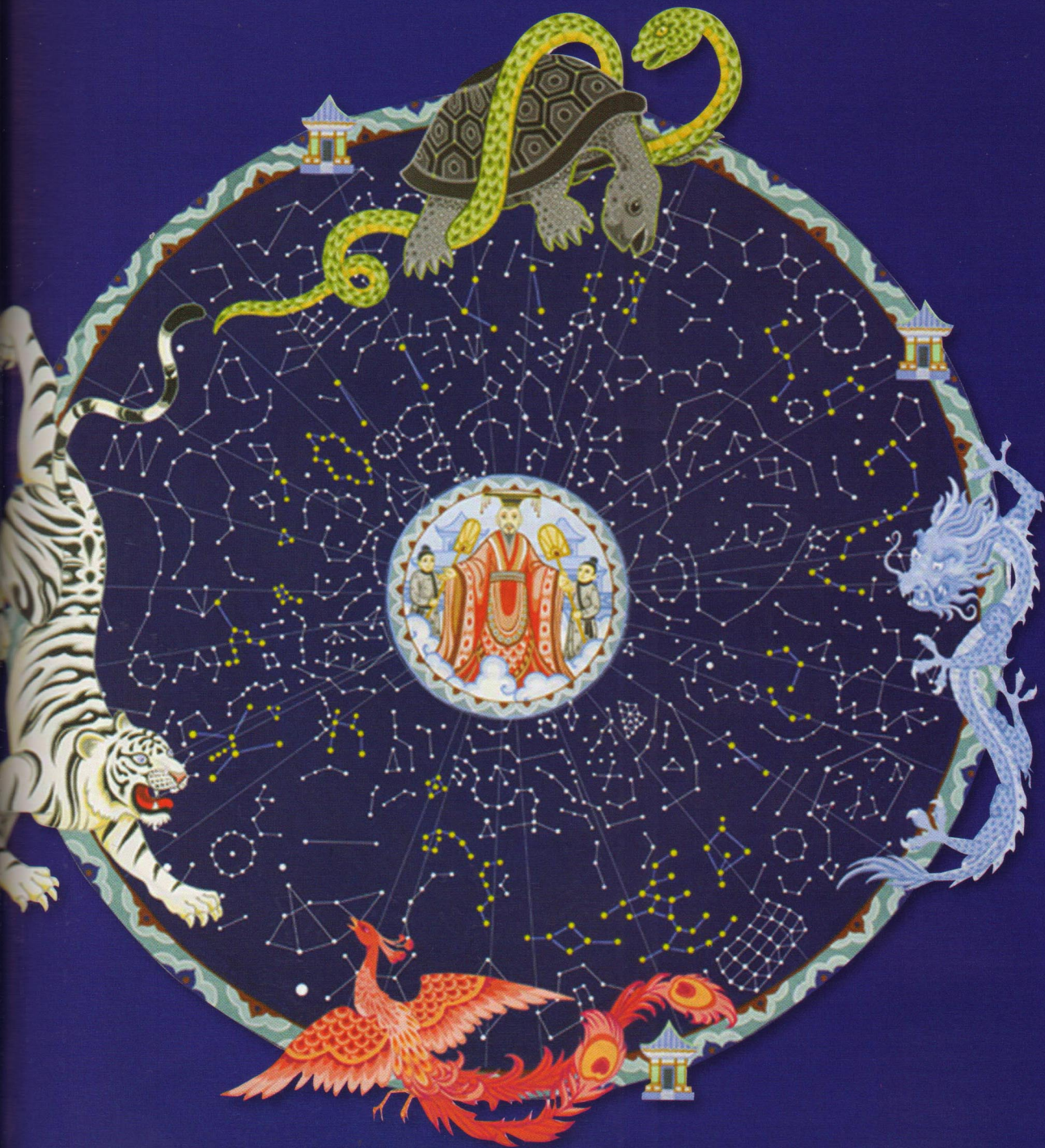




Tiānxià 天下



En Chine, la connaissance du ciel est très ancienne. L'astronomie chinoise était très en avance sur celle de la plupart des civilisations. Elle avait le soutien du pouvoir impérial et a tenu une place fondamentale dans la culture chinoise. Le ciel était à la fois le reflet de la vie terrestre, le miroir de l'organisation de l'Empire et le lieu dans lequel il était possible de lire l'avenir. De découverte archéologique en reconstitution historique, il a été possible de faire revivre la prestigieuse histoire de l'astronomie chinoise et de revisiter cette culture millénaire dans laquelle la carte céleste guide la vie terrestre.



JEAN-MARC BONNET-BIDAUD
astrophysicien au CEA

Séquences

- Le miroir de la terre
- Les os du Dragon
- L'empire céleste
- Le zodiaque chinois
- Les constellations chinoises
- La découverte de la carte de Dunhuang
- Une projection scientifique du ciel
- Les caractères tabous
- L'ancêtre du télescope moderne

LE PAYS SOUS LE CIEL

Tiānxià 天下, le Pays sous le ciel

Nulle part, en aucun point du globe, le ciel n'a été aussi important qu'en Chine. Là comme ailleurs, les hommes ont eu très tôt le souci de déchiffrer le mouvement des astres pour résoudre les problèmes de l'agriculture, suivre la course du soleil pour définir les saisons ou les phases de la Lune pour compter les mois et planter au bon moment. Mais bien au-delà, les Chinois ont su totalement intégrer le ciel avec la Terre.

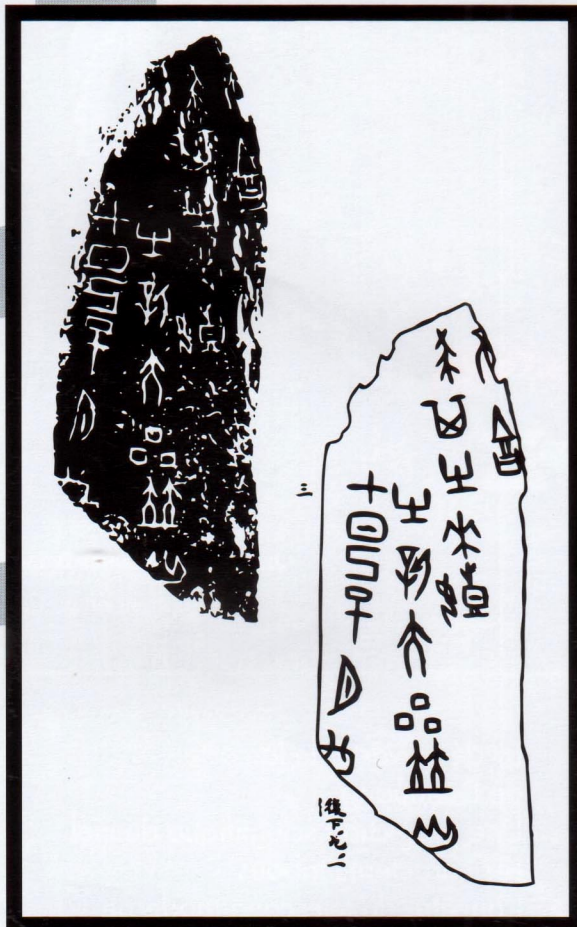
Le miroir de la Terre

Dans la philosophie du *yin* et du *yang*, le ciel était en réalité le miroir de la Terre. Au lieu d'incarner, comme en Europe occidentale et méditerranéenne, le lieu de séjour de lointains dieux inaccessibles, la voûte céleste et tout ce qui s'y déroule était au contraire le strict reflet de ce qui se passe sur Terre. L'empereur lui-même était le garant de l'harmonie entre ciel et Terre et était désigné sous le nom de *Tianzi* : le Fils du ciel. Son reflet dans le ciel était l'empereur céleste, l'étoile polaire qui marque le pôle Nord, point central autour duquel tournent toutes les étoiles. La Chine se désignait elle-même sous le nom de *Tianxia*, le « Pays sous le ciel ». Pendant près de 4 000 ans,

l'astronomie, promue science d'État, a toujours eu une place centrale en Chine et ses astronomes ont été de merveilleux précurseurs dans de nombreux domaines. Bien avant l'Europe, ils ont étudié les comètes, découvert les effets de la précession des équinoxes, les taches sur le Soleil ou les explosions d'étoiles. La découverte récente d'une carte d'étoiles extraite des sables du désert de Gobi, véritable œuvre d'art vieille de treize siècles, révèle toute la beauté et la poésie du ciel chinois.

Les os du Dragon

Il semble que l'étude du ciel en Chine soit aussi vieille que la civilisation chinoise. Peu de documents ont subsisté des périodes très anciennes mais, par bonheur et par chance, fut découverte en 1899, lors d'une crue près de la ville d'Anyang (Henan), une collection d'os et de carapaces de tortues gravés de caractères. Plus de 160 000 fragments furent extraits en si grand nombre que les villageois les prirent tout d'abord pour des « os de dragon » et les broyèrent pour en faire des talismans. Il s'agissait en réalité d'archives de la dynastie Shang qui régna pendant plus de cinq siècles, de l'an 1600 à 1046 avant notre ère. Une bibliothèque royale entière a été

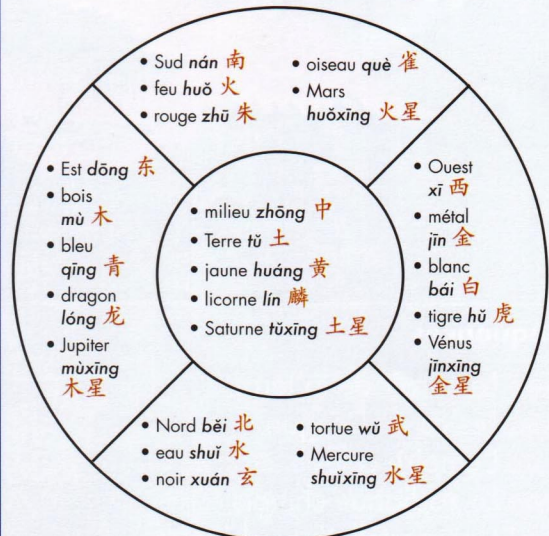


► Os gravé de caractères chinois anciens dit « *jiaguwen* », rapportant la plus ancienne explosion d'étoiles connue, survenue il y a plus de 30 siècles, vers l'an 1500 avant notre ère.

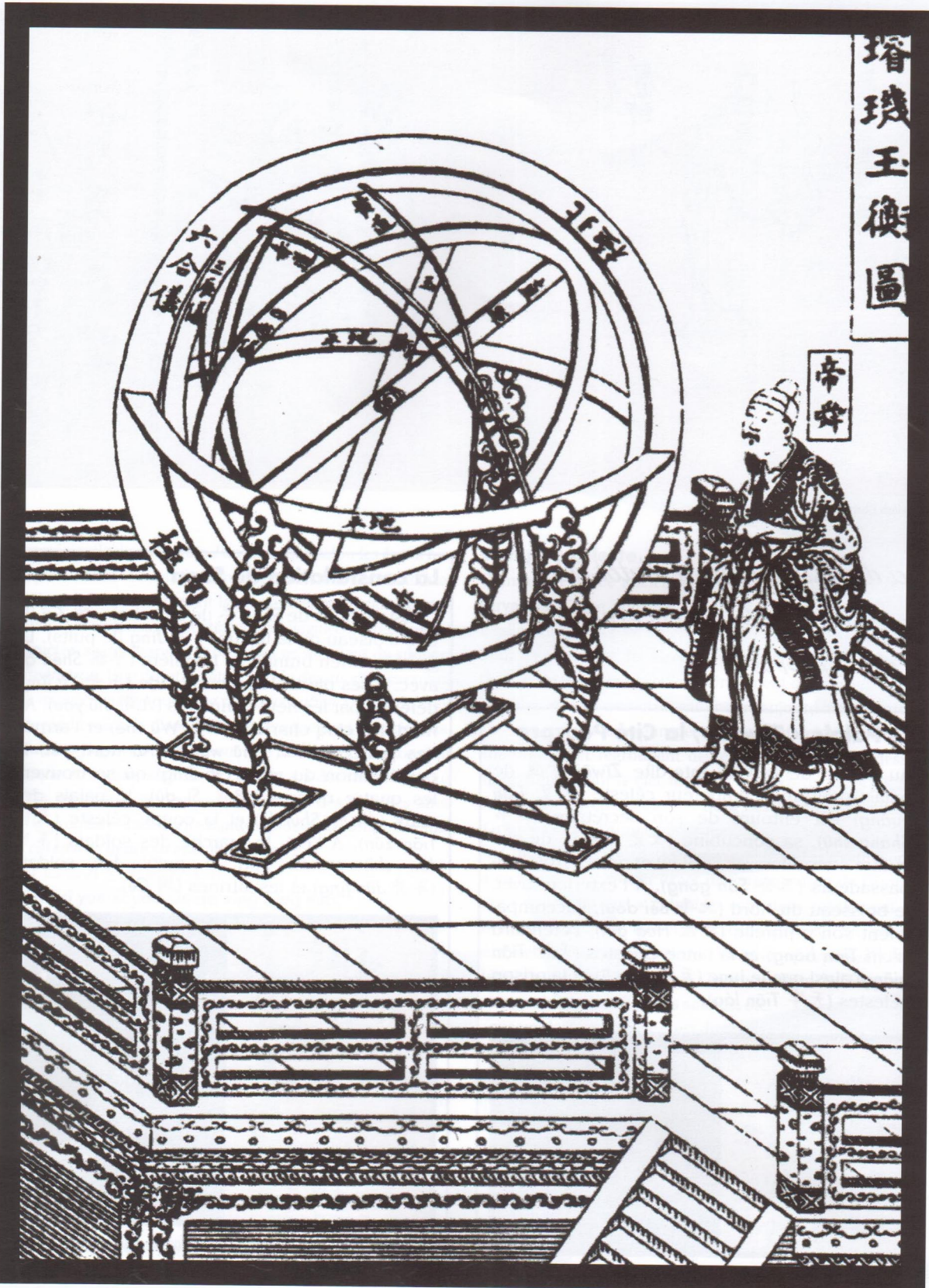
La théorie des cinq éléments

La cosmologie chinoise ancienne est basée sur la théorie des cinq éléments qui a été établie aux environs de la fin du IV^e siècle avant notre ère. Dans cette description, il existe une organisation et une correspondance directe entre toutes les manifestations du monde physique telles que les directions géographiques, les planètes, les animaux, les couleurs, les notes de musique, les parties du corps, etc.

Les cinq éléments wǔ xíng 五行



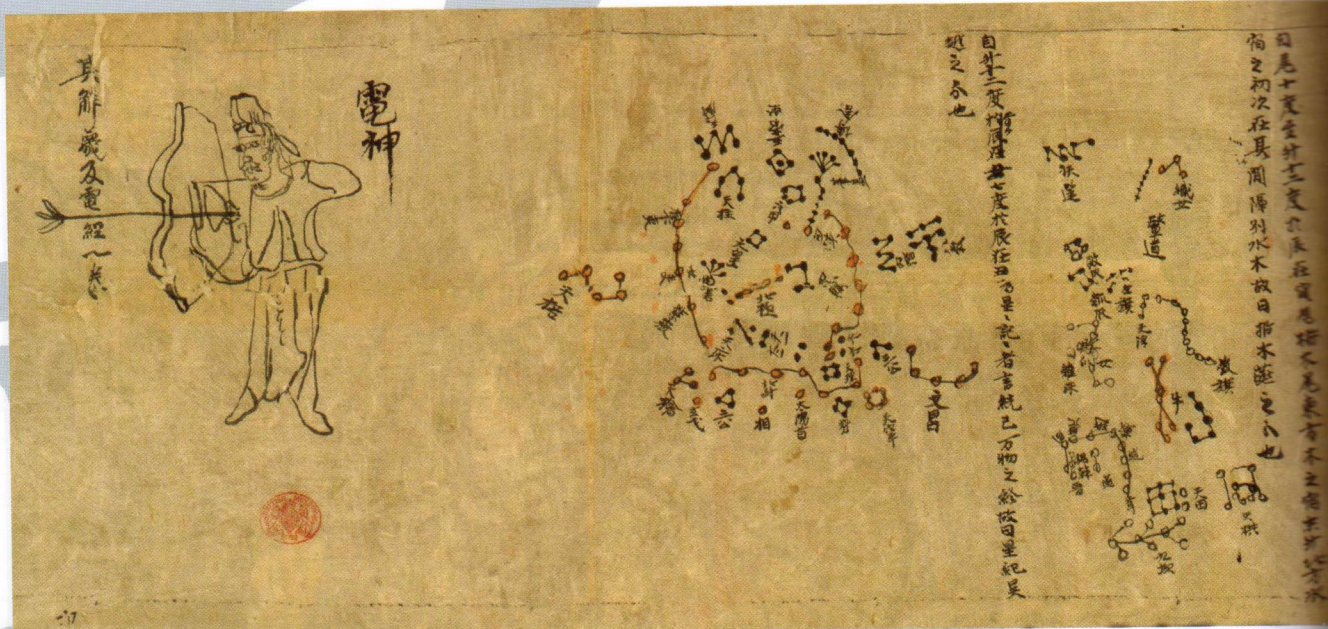
© J. Needham



© Droits Réservés

◀ Gravure représentant un astronome impérial devant une sphère armillaire.

► Projection de la carte de Dunhuang.

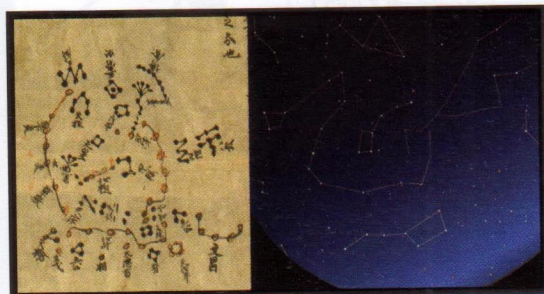


© British Library

En Chine, le souci des astronomes a plutôt été de représenter le ciel comme le miroir exact de l'organisation de l'Empire

Le Palais « Ziwei », la Cité Pourpre

Au centre de la Cité Interdite Ziwei 紫微 (le palais pourpre), l'empereur céleste (天皇 Tiān huáng) est entouré de son secrétaire (尚书 Shàng shū), sa concubine (女史 Nǚshī), de ses quatre conseillers (四辅 Sì fǔ) et de ses trois ambassadeurs (三公 Sān gōng). À l'extérieur avec le boisseau du Nord (北斗 Běi dòu), l'accompagnent son ombrelle (华盖 Huá gài), l'étendard (天棓 Tiān bàng) et la lance célestes (天枪 Tiān qiāng) ainsi que le juge (天理 Tiān lǐ) et la prison célestes (天牢 Tiān láo).



▲ Constellations chinoises dans la région du pôle.

La constellation de Shen

Constellations de Shēn 参 (le guerrier) – 觜 Zuǐ (le bec d'oiseau ou la tortue) – 井 Jǐng (le puits). Le guerrier Shen brandit sa bannière (参旗 Shēn qí) avec, à ses pieds, les puits de jade (玉井 Yù jǐng) défendu par les neuf bannières (九游 Jiǔ yóu). Au nord, les cinq chariots (五车 Wǔ chē) et l'armée des princes (诸王 Zhū wáng). Au nord est, la constellation du puits (井 Jǐng) où se trouvent les quatre rivières (四渡 Sì dù), le palais des eaux (水府 Shuǐ fǔ) et la coupe céleste (天樽 Tiān zūn). À l'est, le marché des soldats (军市 Jūn shì) et au sud le puits des soldats (军井 Jūn jǐng) et les latrines (厕 Cè).



▲ Constellations chinoises et européennes dans la région de la constellation d'Orion.



exhumée, celle du souverain *Pan Geng* qui, selon les écrits historiques, établit sa capitale à Anyang vers -1400. Les caractères gravés sur ces os constituent la plus ancienne version connue de l'écriture chinoise et ont été baptisés *jiaguwen*, littéralement « caractères sur carapace et os ». Ces os servaient de support de divination. Une question était gravée dessus et la carapace était exposée au feu ou à une pointe chauffée. Un oracle était alors prédit selon la disposition des craquelures qui apparaissaient. Les *jiaguwen* contiennent une foule d'informations sur l'époque et notamment sur le ciel. On y a découvert les plus vieilles mentions connues des éclipses et des comètes ainsi que la première trace écrite d'une explosion d'étoiles. Sur une des carapaces figure en effet la mention :

七日己巳月夕有新大星并火

"Qī rì jǐsì yuè xī yǒu xīn dà xīng bìng huǒ"

« Septième jour du mois, jour ji-si, appar (être) une nouvelle étoile avec Antares (*Huo xing*). »

Une « nouvelle étoile » dans le ciel, visible à l'œil nu, est en fait une explosion qui marque la fin de la vie d'une étoile, ce que les astronomes modernes appellent une « supernova ». Les anciens astronomes chinois ont été les seuls dans le monde à noter soigneusement l'apparition de ces phénomènes relativement rares. Ils en ont enregistré plusieurs dizaines entre l'an -1400 et 1700 de l'ère moderne et leurs observations sont tellement précises qu'elles sont utilisées aujourd'hui pour retrouver dans le ciel les restes de ces explosions par des méthodes modernes. Par comparaison avec l'Europe, ce n'est qu'en 1572 que l'astronome danois Tycho Brahe fit pour la première fois mention du phénomène, soit près de 3000 ans après la première observation chinoise.

L'empire céleste

Comme en Grèce ancienne, et plus tard en Europe, le ciel servait en Chine pour les oracles et prédictions. Pour cela, il fallait distinguer les différentes régions de la voûte céleste. Pour s'y retrouver, les Grecs avaient défini des « constellations » (du latin *con* et *stella*, littéralement des « groupements d'étoiles »), que nous utilisons encore aujourd'hui en Europe. Ces constellations « européennes » sont relativement peu nombreuses et regroupent des étoiles formant des dessins approximatifs sur le ciel, associés à des dieux grecs (Persée, Cassiopée, Hercule, Orion...) ou à des animaux mythiques (Grande Ourse, Taureau, Scorpion...).

En Chine, le souci des astronomes a plutôt été de représenter le ciel comme le miroir exact de l'organisation de l'Empire. Les « constellations » chinoises sont donc totalement différentes. Elles sont très nombreuses, près de 300 pour le seul ciel de l'hémisphère Nord, et beaucoup représentent un détail de la société impériale : les conseillers de l'Empereur, sa concubine, son char, ses soldats, etc.

L'ensemble du ciel chinois est divisé en cinq grandes régions, conformément aux cinq orientations géographiques, car, en plus du Nord, Sud, Est et Ouest, la tradition chinoise ajoute toujours le Milieu ou le Centre. Chaque région définit un « palais » associé à la fois à une direction, une couleur et un animal mythique : au Nord la Tortue noire, à l'Est le Dragon bleu, au Sud l'Oiseau rouge, à l'Ouest le Tigre blanc et au Centre la Licorne jaune (voir « La théorie des cinq éléments » en page 20). Dans cet empire céleste, la région la plus importante est, bien sûr, le Milieu du ciel : la région de l'étoile polaire, zone du ciel qui reste visible toute

l'année. Autour de l'étoile polaire symbolisant l'Empereur, une grande enceinte faite de murs d'étoiles définit *Ziwei*, la Cité Interdite céleste.

Le zodiaque chinois

Dans le reste du ciel, à travers les quatre autres palais qui le ceignent, se trouve le zodiaque chinois. Contrairement au zodiaque grec qui compte seulement douze signes, le zodiaque astronomique chinois comprend vingt-huit sections, appelées aussi « maisons ». Ces constellations particulières servaient aux astronomes pour mesurer précisément le mouvement du Soleil, de la Lune et des planètes. On a longtemps pensé que ce zodiaque pouvait avoir été emprunté à l'Inde où existent des « maisons lunaires » qui marquent les jours du mois lunaire, mais une importante découverte archéologique a démontré qu'il s'agissait d'une très ancienne tradition chinoise. Dans un magnifique caveau découvert en 1977, la tombe du marquis de *Yi*, qui date de l'an 433 avant notre ère, un coffre de bois laqué présente les vingt-huit constellations du zodiaque chinois entourant l'une des plus importantes, *Beidou* (le boisseau du Nord), qui correspond en fait à la Grande Ourse chez nous.

Les connaissances du ciel étaient jalousement conservées dans les archives impériales

Les constellations chinoises

L'origine des constellations chinoises est très ancienne. Le premier qui en a donné une description très détaillée est l'historien et astronome *Sima Qian*, de la dynastie des Han occidentaux, au II^e siècle avant notre ère. Dans ses *Mémoires historiques*, il explique avoir tiré ses informations de trois illustres astronomes *Shi Shen*, *Gan De* et *Wu Xian*, qui vivaient à la période des Royaumes Combattants (476–221 avant notre ère). Ceux-ci avaient déjà constitué des catalogues d'étoiles très précis et réglé les correspondances exactes entre les constellations du ciel et les différentes régions de l'Empire chinois sur Terre. Ainsi, le ciel était très attentivement surveillé. Toutes les nuits, plusieurs équipes indépendantes d'astronomes et de mathématiciens observaient les phénomènes célestes et rendaient ensuite compte à l'Empereur. Lorsqu'un événement imprévu apparaissait dans le ciel – comme une éclipse, l'irruption d'une comète ou l'explosion d'une étoile –, il était soigneusement localisé parmi les constellations et attribué à la région de l'Empire correspondante. Un présage positif ou négatif était alors conclu, qui avait une conséquence directe pour les fonctionnaires en charge de cette région. L'Empereur, Fils du ciel, en charge du maintien de l'harmonie entre le ciel et la Terre, décrétait alors, selon les cas, des promotions ou, à l'opposé, des sanctions pouvant aller jusqu'à la mise à mort.

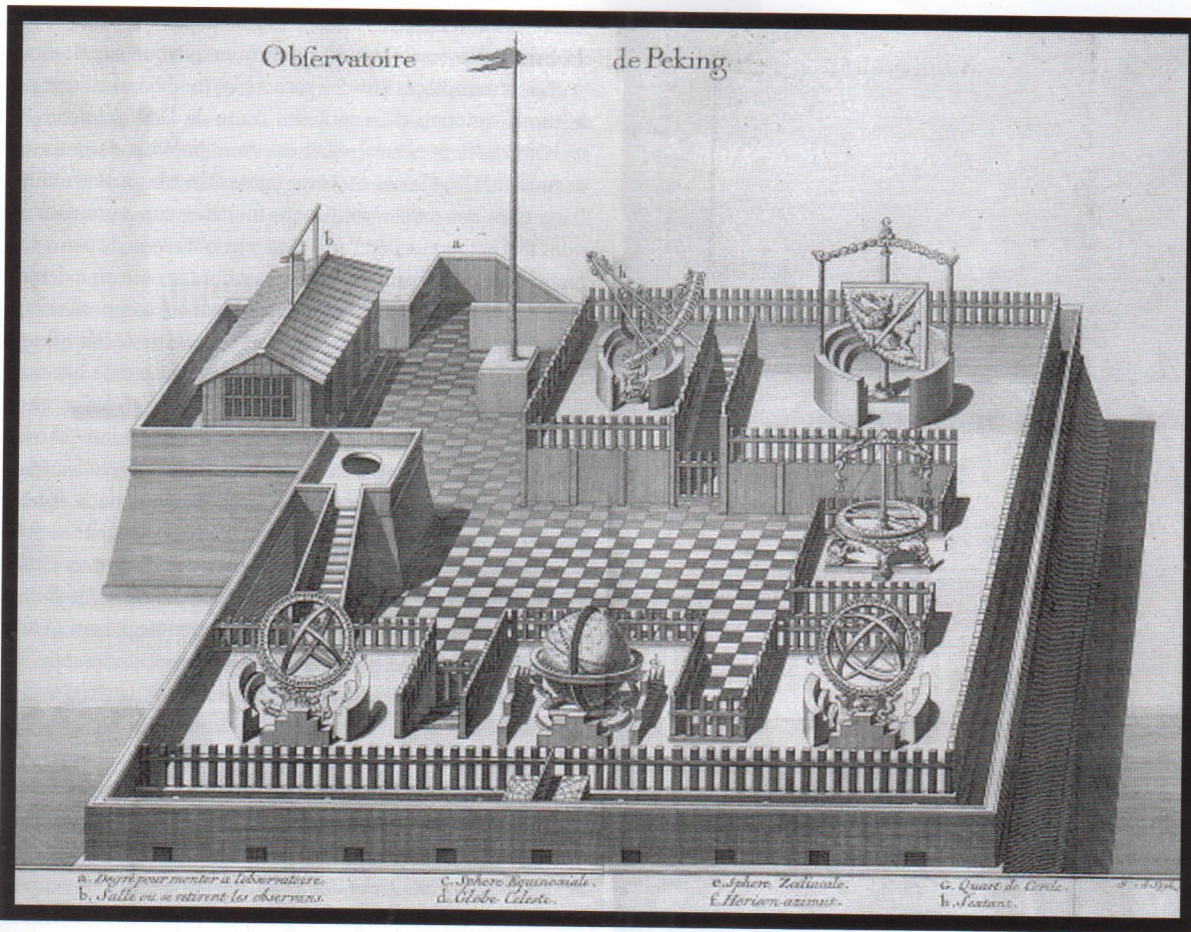
On réalise ainsi l'importance très politique de cette astronomie chinoise qui s'est perpétuée sans interruption pendant des millénaires sous tous les empereurs. Elle est très différente de l'astronomie européenne qui, élaborée en Grèce par une poignée de philosophes isolés, a connu ensuite une longue éclipse de plus de dix siècles avant d'être réintroduite par l'intermédiaire des savants arabes, au XVI^e siècle seulement.

La découverte de la carte de Dunhuang

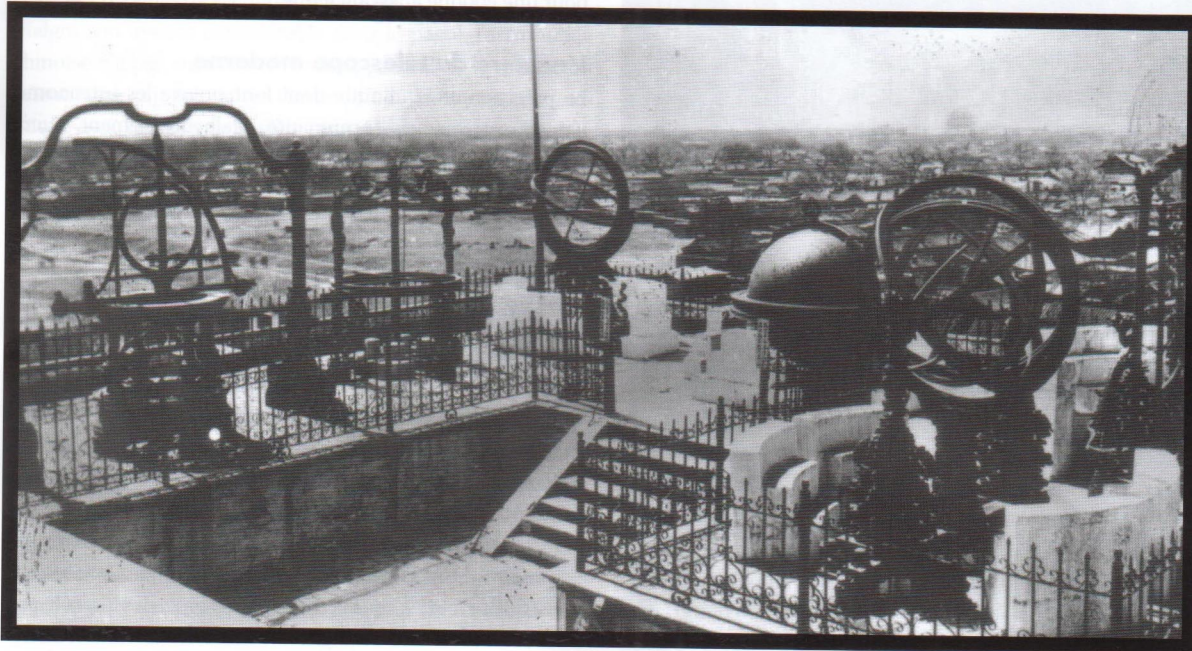
En Chine, les connaissances du ciel étaient bien sûr jalousement conservées dans les archives impériales et considérées comme des informations stratégiques. Il est probable que les astronomes chinois aient très tôt représenté leurs constellations sur des cartes célestes pour faciliter leurs pronostics, mais malheureusement beaucoup de ces documents ont été perdus. La plus ancienne carte d'étoiles connue en Chine a récemment été « re-découverte ». Elle précède de plusieurs siècles toutes les autres cartes d'étoiles du monde. C'est un précieux rouleau de papier chinois, long de plus de quatre mètres, soigneusement composé à la main en plusieurs couleurs. Il est resté caché pendant plus de dix siècles, au milieu de dizaines de milliers de manuscrits dans une petite grotte murée, à l'intérieur d'un monastère bouddhique proche de la ville de Dunhuang (voir Balade page 14). Ces documents, cachés aux environs de l'an 1000 et parfaitement conservés, ont été retrouvés en 1899. La carte est alors emportée par l'explorateur Aurel Stein jusqu'en Angleterre, où elle est soigneusement entreposée dans les caves du British Museum, mais très vite oubliée. Elle est parfois citée par certains sinologues mais, jusqu'ici, personne n'avait eu l'idée d'analyser son contenu. La première étude complète, publiée en 2009, a réservé de nombreuses surprises.

Une projection scientifique du ciel

La carte du ciel est présentée de façon systématique et étonnamment moderne. En fait, elle est réalisée en deux parties, en tout point similaire aux cartes que nous réalisons aujourd'hui. La partie des étoiles proches de l'équateur céleste est représentée dans un format rectangulaire et complétée par une carte circulaire qui représente les étoiles près du pôle. Cette méthode permet de réaliser de façon suffisamment précise une opération délicate qui consiste à transformer une sphère (l'ensemble du ciel) en un plan (la carte) dans une opération mathématique appelée « projection ». Nos cartes géographiques modernes représentent de la même manière les continents sur une carte rectangulaire généralement complétée par deux cartes circulaires qui présentent la vue des pôles Nord et Sud. Le plus étonnant est qu'en Europe, cette méthode a été mise au point au XVI^e siècle seulement, par des cartographes célèbres comme le Flamand Mercator. Les scientifiques chinois étaient donc très en avance sur leurs homologues européens.

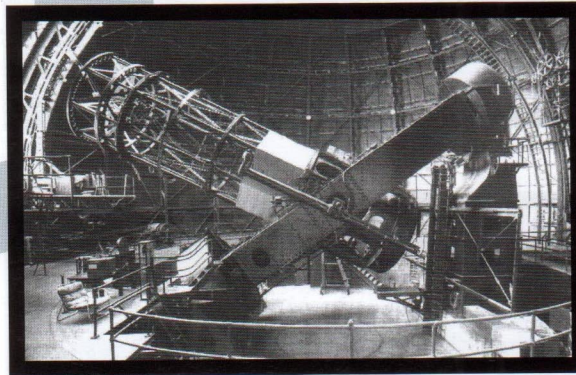
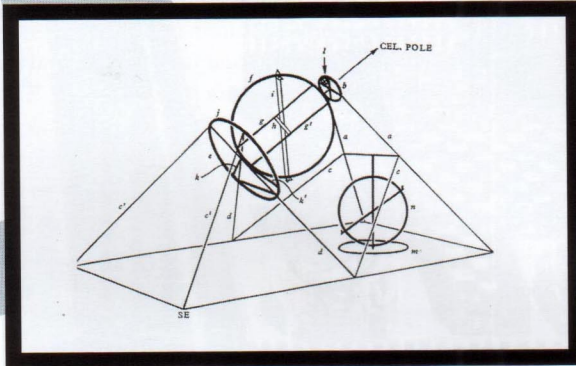


▲ L'ancien observatoire de Beijing d'après une gravure du XVII^e siècle.



▲ L'observatoire de Beijing en 1954.

► Torquetum de Guo Shouxiang : instrument en bronze réalisé en 1279. Avec son axe incliné nord-sud, sa monture dite « équatoriale », il est l'ancêtre des grands télescopes comme celui du mont Wilson (1917) aux États-Unis. Une copie datant de +1440 est encore visible à l'observatoire de la Montagne Pourpre à Nanjing.



Les caractères tabous

La datation exacte de la carte a donné lieu à une enquête minutieuse. En effet, le rouleau est très bien conservé mais sa partie la plus extérieure correspondant au début du document, et qui devait comporter le titre et l'auteur, a disparu. Il a donc fallu réunir un ensemble d'indices. Dans la première partie du rouleau consacrée à la divination par les nuages, la présence du nom d'un très célèbre mathématicien, *Li Chunfeng* (602-670), vivant au début de la dynastie des Tang laisse penser qu'il pourrait être l'auteur. Cette hypothèse a été confirmée à travers la découverte d'une particularité de la langue chinoise ancienne, celle des caractères « tabous ». Dans la tradition des grandes dynasties, il était d'usage, par respect pour l'Empereur, de ne pas utiliser dans les documents officiels les caractères qui

formaient son nom durant son règne et dans les années qui suivaient. Ces caractères devenaient en quelque sorte tabous et étaient remplacés par des caractères modifiés, souvent par la transformation d'un seul des traits de l'idéogramme. En recherchant ces caractères, il est donc possible de dater un document. C'est le cas du texte figurant sur la carte d'étoiles. Il contient des caractères tabous modifiés correspondant au nom de l'empereur des Tang, *Taizong*, qui régna de 626 à 649 mais pas ceux de l'empereur *Ruizong*, dont le pouvoir a débuté en 684. La carte a donc très probablement été composée entre 649 et 684, ce qui correspond bien à l'époque de *Li Chunfeng*. En dehors de son aspect esthétique, c'est cette date qui rend le document très précieux car aucune carte d'étoiles aussi ancienne n'existe ailleurs. De plus, il fallait non seulement maîtriser l'observation et la mesure de la position des étoiles, mais aussi la technique de projection mathématique de la sphère céleste sur le plan de la carte. Certains textes laissent supposer que des cartes ont pu être produites auparavant en Grèce ou en Chine mais aucune n'a subsisté. En dehors de la Chine, c'est bien plus tard, au X^e siècle, que l'astronome persan Al-Sufi produisit un premier dessin de la position des étoiles dans les constellations et, en Europe, la plus ancienne carte d'étoiles date de 1440.

L'atlas de Dunhuang représente non seulement pour la première fois la forme et la position de toutes les constellations chinoises mais son étude a montré que sa précision globale est remarquable. Il contient, en trois couleurs différentes, les catalogues des trois anciens astronomes des Royaumes Combattants et, à quelques degrés près, la position des étoiles les plus brillantes est exacte, soit une précision surprenante pour une époque aussi ancienne.

L'ancêtre du télescope moderne

La précision et la minutie dont font preuve les astronomes chinois est toujours surprenante. Malheureusement, aucun des instruments très anciens qu'ils utilisaient pour observer les astres n'a été conservé, même s'ils sont souvent évoqués dans les textes. Il s'agissait de sphères armillaires, des cercles de métal articulés et finement gradués, qui permettaient d'orienter un tube à travers lequel l'observation se faisait à l'œil nu. Les graduations permettaient de noter précisément l'orientation du tube et donc la position des étoiles. Ces instruments se sont régulièrement développés et c'est d'ailleurs en Chine, au XIII^e siècle, que fut inventée la monture du télescope moderne, plusieurs siècles avant son apparition en Europe. À la différence des Grecs, qui se repéraient dans le ciel par rapport à l'écliptique, le plan du soleil et des planètes, les astronomes chinois utilisaient le pôle et l'équateur céleste, exactement comme le font les astronomes modernes. Lorsque *Guo Shouxiang* construisit en 1279, sous la dynastie mongole des Yuan, le premier observatoire de Beijing, il mit en service un nouvel instrument. Il s'agissait d'une sphère armillaire simplifiée dont l'axe

© J.-M. Bonnefroid / J. Needham / NOAC

principal était incliné, orienté vers le pôle, selon l'axe nord-sud de la Terre, et le cercle principal aligné sur l'équateur. Elle portait seulement à l'époque un tube de visée, sans lentille ni miroir, mais cette monture, dite « équatoriale », est le modèle général de tous les télescopes modernes construits par la suite en Europe, à partir du XVII^e siècle. L'original de l'instrument de Guo a disparu mais une copie fidèle réalisée en 1437 existe toujours, exposée à l'observatoire de Nanjing.

La Chine possède aujourd'hui les plus anciens instruments astronomiques du monde, encore visibles sur la terrasse de l'Observatoire ancien de Beijing, le long de l'avenue de la Paix éternelle (*Chang-An*). Beaucoup ont été réalisés ou modifiés au XVII^e siècle par les jésuites, mais les instruments chinois originaux ont été une découverte stupéfiante pour ces mêmes jésuites à leur arrivée en Chine. Visitant les lieux vers 1600, Mateo Ricci les décrivait en ces termes : « On trouve une ample terrasse principalement adaptée pour les observations astronomiques. [...] [Sur cette terrasse], sont visibles des instruments astronomiques coulés dans le métal, et très dignes d'intérêt tant par leur taille que par leur beauté et nous n'avons certainement rien vu ou lu d'équivalent en Europe. Pendant 250 ans, ils ont été établis là, exposés à la pluie, à la neige, et toutes les autres agressions atmosphériques, mais ils n'ont pourtant rien perdu de leur lustre original... »

Les astronomes chinois ont aussi été les inventeurs des grands observatoires où étaient en service des instruments géants comme ce « gnomon » de plus de 13 m de haut, réalisé par *Guo Shouxing* toujours présent près de la ville de Dengfeng, dans le centre de la Chine. Baptisé « Tour de l'ombre », il a permis, en 1276, de mesurer la durée de l'année avec une précision de quelques dizaines de secondes seulement.

Malgré son avance considérable dans le passé, l'astronomie chinoise n'a pas suivi le mouvement général de la révolution scientifique amorcée après l'invention de la lunette astronomique avec lentilles de Galilée et le développement ultérieur des grands télescopes. L'affaiblissement du pouvoir impérial et les difficultés politiques et économiques qui ont marqué son histoire à partir de la fin du XIX^e siècle ont encore accentué ce retard. Aujourd'hui, le boom économique permet un renouveau spectaculaire. Au nord de Beijing, à l'observatoire de *Xinglong*, se termine actuellement la construction de LAMOST, le plus grand télescope à grand champ du monde. Ce type de télescope permet de photographier en un clin d'œil de grandes régions du ciel. Grâce à cet instrument ultramoderne, composé de 25 miroirs actifs et de 4 000 fibres optiques, les astronomes chinois souhaitent fabriquer la première carte céleste à trois dimensions de l'univers, en déterminant tout à la fois la position des astres et leurs distances. Treize siècles après Dunhuang, la Chine pourrait donc à nouveau fournir la plus spectaculaire des cartes du ciel. ●

J.-M. B.-B.



郭守敬 (1231~1316)

蒋兆和作



▲ Découvrez d'autres images sur le site de Planète Chinois.

◀ Portrait de l'astronome mongol Guo Shouxing.

Dites-le en chinois

- | | |
|---|---|
| • Fils du ciel (l'empereur)
Tiānzǐ
天子 | • étoile
xīng
星 |
| • caractères sur carapace et os
jiǎgǔwén
甲骨文 | • étoile polaire
běijíxīng
北极星 |
| • astronomie
tiānwén
天文 | • planète
xíngxīng
行星 |
| • observatoire
tiānwéntái
天文台 | • supernova (étoile invitée)
kèxīng
客星 |
| • télescope
wàngyuǎnjìng
望远镜 | • comète (étoile longue)
chángxīng
长星 |
| • galaxie
yínhéxì
银河系 | • comète (étoile balai)
huìxīng
彗星 |