



Les cartes du ciel du VII^e siècle de la dynastie Tang

Jean-Marc Bonnet-Bidaud

Astrophysicien au CEA

Les découvertes archéologiques viennent souvent profondément bouleverser notre compréhension et les conceptions que nous avons des réalisations des hommes du passé. En Chine, c'est un étonnant manuscrit astronomique redécouvert récemment qui est venu nous révéler l'exceptionnel état d'avancement des mathématiques chinoises.

Les trésors du monastère des Mille Bouddhas

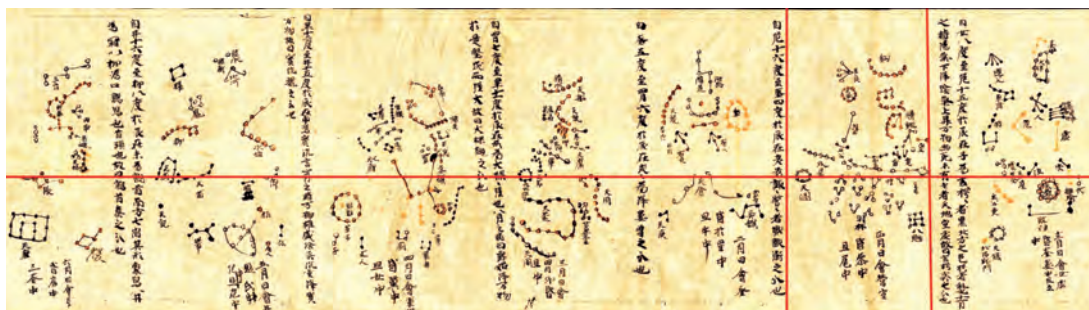
À la fin du XIX^e siècle, sur la Route de la soie, dans le désert de Gobi près de l'oasis Dunhuang, à l'extrême nord-ouest de la Chine, le moine Wang Yuanlu fit une découverte remarquable dans un monastère à l'abandon, fait d'une succession de grottes creusées dans une falaise et ornées de somptueuses peintures et sculptures bouddhiques. Dans une de ces grottes, une cache soigneusement murée était pleine jusqu'au plafond de 40 000 rouleaux écrits en de multiples langues.

Le monastère avait été créé vers l'an 366 puis abandonné vers l'an 1000 et cette formidable bibliothèque nous livrait ainsi une collection intacte de manuscrits datant de plus de mille ans, avec, parmi eux, le plus ancien livre imprimé connu au monde, un *Sutra* du diamant daté du 11 mai 868. Les documents de Dunhuang attirèrent la convoitise du monde entier et ils furent bientôt dispersés aux quatre coins du globe. Un bon tiers fut acquis par l'explorateur Aurel Stein et aboutit au British Museum de Londres. Ce lot contenait un document astronomique exceptionnel, la plus ancienne carte d'étoiles connue au monde.

Sur un rouleau, d'environ quatre mètres de long et seulement vingt-cinq centimètres de large, est soigneusement tracé à la main en plusieurs couleurs et sur un très fin papier le dessin de deux cent cinquante-sept



constellations chinoises regroupant plus de 1300 étoiles. Malgré son aspect profondément esthétique, la carte céleste fut totalement oubliée dans les caves du British Museum, perdue au milieu des *sutras* bouddhiques. C'est en menant une recherche que j'ai découvert, en 2001, qu'aucune étude approfondie n'avait été faite du contenu de la carte. Grâce à une numérisation fournie par le Projet International de Dunhuang, l'analyse scientifique, réalisée avec la collaboration de Françoise Praderie de l'Observatoire de Paris-Meudon et Susan Whitfield, conservatrice à la British Library, a confirmé le caractère exceptionnel de la carte. Non seulement, il s'agit du plus ancien document de ce type connu aujourd'hui à la surface du globe, le plus ancien atlas céleste dont l'humanité ait gardé une trace, mais il a été réalisé en utilisant des méthodes de projection étonnamment modernes, révélant alors un degré d'avancement insoupçonné des mathématiques chinoises.



La carte d'étoiles de Dunhuang (~ 650).

Extrait du manuscrit sur papier qui comporte une carte complète du ciel avec 257 constellations chinoises et plus de 1300 étoiles. Les étoiles issues de trois catalogues sont représentées en trois couleurs (rouge, noir, blanc).



Les étoiles issues de trois catalogues sont représentées en trois couleurs (rouge, noir, blanc).

La région autour de l'équateur est représentée par une succession de douze panneaux selon une projection cylindrique de type *Mercator*.

La ligne rouge a été ajoutée pour montrer l'emplacement de l'équateur. La région autour du pôle Nord boréal est représentée selon une projection azimutale.

Le document est conservé à la British Library de Londres.

Crédits : IDP/ British Library

L'ordonnancement du document est remarquablement rigoureux. Il est fait d'une succession de douze panneaux verticaux suivis d'une région circulaire. L'examen et l'identification des astérismes chinois (groupements d'étoiles remarquables, ancêtres des constellations) dont les noms figurent sur la carte, ont pu montrer que les panneaux étaient centrés sur l'équateur céleste tandis que la région circulaire était ordonnée autour du pôle céleste. À première vue, cet atlas complet du ciel observé depuis la Chine est ainsi similaire aux représentations des cartes les plus modernes qui associent une projection cylindrique dite de Mercator pour les régions proches de l'équateur à une projection azimutale pour la région du pôle. Les tests rigoureux faits sur la position des étoiles les plus brillantes ont confirmé la projection azimutale pour le pôle et indiqué que la projection le long de l'équateur était compatible avec une projection cylindrique simple, légèrement non équidistante, c'est-à-dire présentant une petite différence d'échelle selon les deux directions.

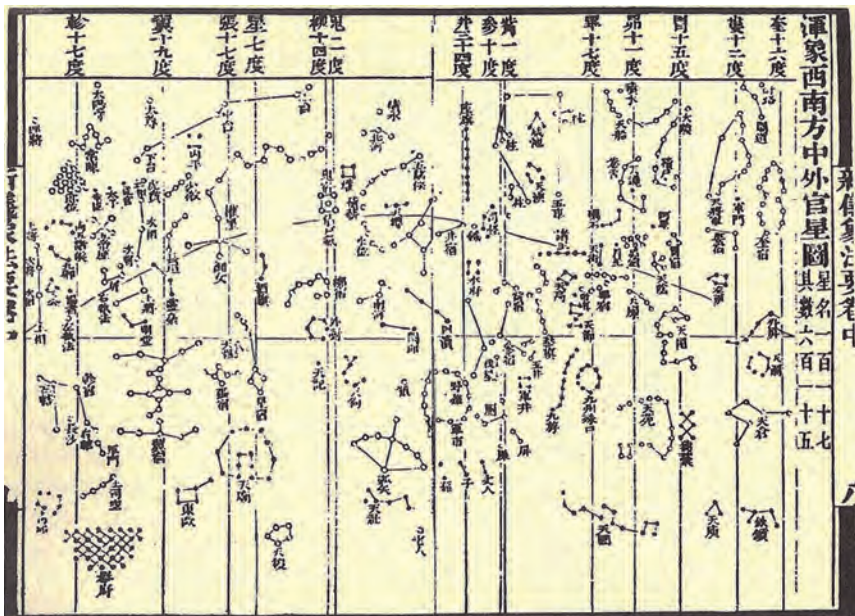


Les projections modernes.

Exemple de cartes modernes reprenant les deux types de projection cylindrique et azimutale identiques à celles de la carte de Dunhuang.

L'élément complémentaire essentiel a été la datation de la carte. Le sinologue Joseph Needham qui n'avait pu consulter que très rapidement le document lui avait attribué une date approximative de 940. En réalité, notre étude a conclu à une date antérieure de près de trois siècles. Le rouleau est très bien conservé mais le début qui constitue son enveloppe extérieure et qui devait porter la date, le titre et le nom de l'auteur a malheureusement disparu. Néanmoins la première moitié du rouleau qui est consacré à la forme de nuages comporte des textes. C'est dans ces textes que nous avons relevé l'indication du nom de Li Chunfeng, mort en 670, un célèbre mathématicien-astronome du début de la dynastie Tang. De plus, l'usage de caractères *tabous* nous a fourni une période beaucoup plus précise. Il existait en Chine ancienne une interdiction d'utiliser dans des textes officiels les caractères qui formaient le nom de l'empereur régnant. Ces caractères devenaient *tabous* et étaient alors modifiés très légèrement en transformant certains de leurs traits. Dans les textes de la carte de Dunhuang, les caractères *tabous* identifiés montrent qu'elle a été composée le plus probablement entre l'an 649 et 684, ce qui correspond bien à l'époque de Li Chunfeng.

C'est le premier document original connu qui nous montre la disposition exacte des astérismes chinois. Dans la tradition chinoise, trois catalogues très anciens ont été élaborés durant la période des Royaumes Combattants (de 476 à 221 avant J.-C.). Ils furent plus tard fusionnés mais chacun conserva une couleur caractéristique. Ces couleurs ont été conservées dans l'atlas de Dunhuang, montrant qu'il est clairement issu de ces catalogues. La carte du ciel boréal complet résulte du report de coordonnées et sa conformation montre qu'elle a été établie selon des règles de projections mathématiques rigoureuses. Cette maîtrise des projections culminera par la suite en Chine avec d'autres cartes célestes également conservées, comme la carte à projection cylindrique de l'astronome Su Song, mort en 1101 et le célèbre planisphère de Suzhou, une représentation stéréographique du ciel entier créée en 1193 et gravée sur pierre en 1247.



La carte de Su Song (1092).

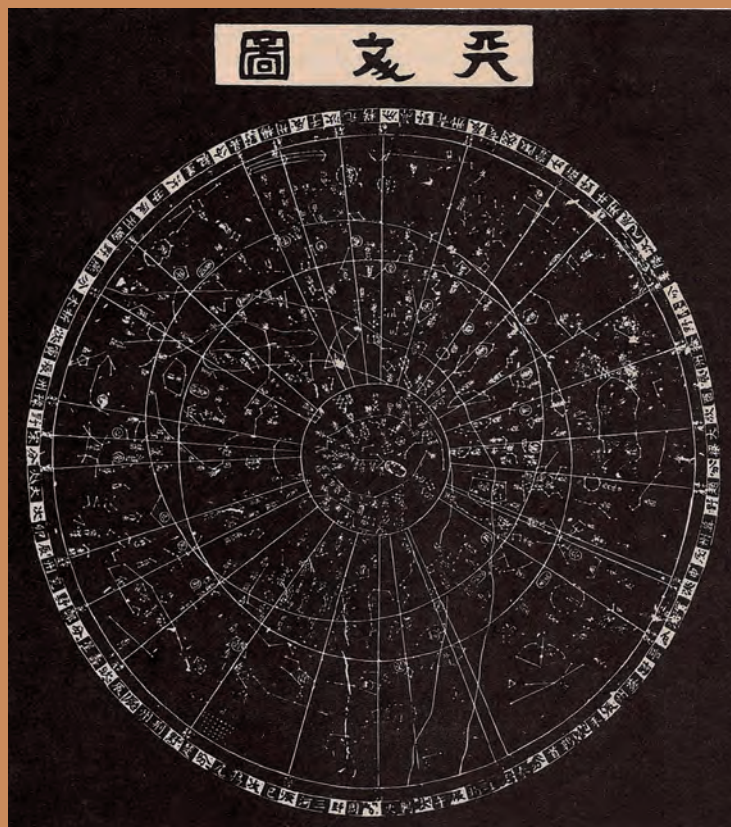
Carte du ciel en projection cylindrique de type *Mercator* tirée de l'ouvrage *Nouveau modèle d'une horloge armillaire* (Xin Yixiang Fa Yao 新仪象法要) de l'astronome Su Song composé en 1092. Les lignes verticales délimitent les vingt-huit divisions chinoises de l'équateur qui est indiqué par la ligne horizontale.

L'écliptique est marqué par la ligne courbe au-dessus.

Crédit : Needham Institute

Mais la date précoce de l'atlas de Dunhuang pose une énigme car aucun texte mathématique contemporain ne fait allusion aux projections. Li Chunfeng est resté célèbre pour avoir produit une révision des textes

fondateurs des mathématiques chinoises, notamment les *Neuf chapitres sur les procédures mathématiques* (九章 算术—*Jiuzhang Suanshu*) datant du début des Hans, entre -150 et 50. (Voir article d'André Deledicq, *n.d.l.r.*). Le traité avait déjà été complété au III^e siècle par le mathématicien Liu Hui,



Le planisphère de Suzhou (1193).

Le planisphère de Suzhou est une carte complète du ciel, composée par l'astronome Huang Shang pour l'éducation du futur empereur Ning Zong de la dynastie Song en 1193. Il a été gravé sur pierre en 1247 sur une stèle d'environ deux mètres de haut qui est aujourd'hui exposée au musée de la ville de Suzhou. La carte est en projection azimutale, centrée sur le pôle Nord céleste et comporte 1565 étoiles réparties en 283 constellations. On y distingue le *zodiaque* chinois, vingt-huit divisions équatoriales marquées par des rayons concentriques ainsi que les trois cercles marquant respectivement la région circumpolaire des étoiles toujours visibles, l'équateur et l'écliptique.

De façon remarquable, les limites de la Voie Lactée sont aussi indiquées par une bande incurvée.

Crédit : Suzhou Museum

mort en 280, qui lui avait adjoint un nouveau chapitre sur la topographie, baptisé le *Classique de l'Île* (海島算經 - *Haidao Suanjing*), qui traite des mesures de distances et de hauteurs inaccessibles, basées sur le triangle rectangle mais Li Chunfeng n'apporte aucun commentaire supplémentaire pouvant être lié aux techniques de projection. Il n'existe donc aucun exposé des techniques qui ont pu être utilisées pour réaliser la projection de l'ensemble de la sphère céleste sur le plan de la carte. En revanche, les critères pour l'exécution de cartes rigoureuses avaient été clairement énoncés par un contemporain de Liu Hui, le cartographe Pei Xu, mort en 271, qui recommandait notamment : *des graduations qui sont le moyen de déterminer l'échelle de la carte et une grille rectangulaire (de lignes parallèles dans les deux dimensions) qui est le moyen de représenter correctement les relations des différents points de la carte*. La carte de Dunhuang respecte bien ces principes mais a visiblement nécessité des équations supplémentaires. Les méthodes cartographiques chinoises ont précédé de plusieurs siècles les réalisations équivalentes dans le reste du monde. Le *Livre des étoiles fixes* du persan al-Šūfi, mort en 998, ne comporte que les constellations individuelles et, en Europe, la première carte connue, une représentation circulaire centrée sur le pôle écliptique, date de 1440, tandis que Mercator n'introduira sa projection qu'en 1569.



Le Classique de l'île
(263 après J.-C.)

Le Classique de l'île
(*Haidao Suanjing* 海島算經)
est un traité du mathématicien
Liu Hui datant de l'an 263.
Il comporte une série de
problèmes de relevés
topographiques basés sur
les relations du triangle
rectangle, constituant
une trigonométrie pratique.

J.-M. B.-B.

Pour en savoir plus :

La carte de Dunhuang sur le site IDP :

http://idp.bl.uk/database/oo_scroll_h.a4d?uid=33636839311;bst=1;recnum=8280;in dex=1;img=1

Jean-Marc BONNET-BIDAUD, Françoise PRADERIE, Suzan WHITFIELD : *The Dunhuang Chinese sky: A comprehensive study of the oldest known star atlas*, Journal for the Astronomical History and Heritage, vol. 12, n°1, pp. 39-59, 2009

Jean-Marc BONNET-BIDAUD : <http://bonnetbidaud.free.fr/chine/>