

L'UNIVERS DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE D'ASTRONOMIE

Ciel & espace

ENQUÊTE

**DISCORDE SUR
L'EXPANSION DE
L'UNIVERS**

REPORTAGE AU VLT

L'ASTRONOMIE XXL

ESPACE

**PETITS MEURTRES
ENTRE ASTRONAUTE**

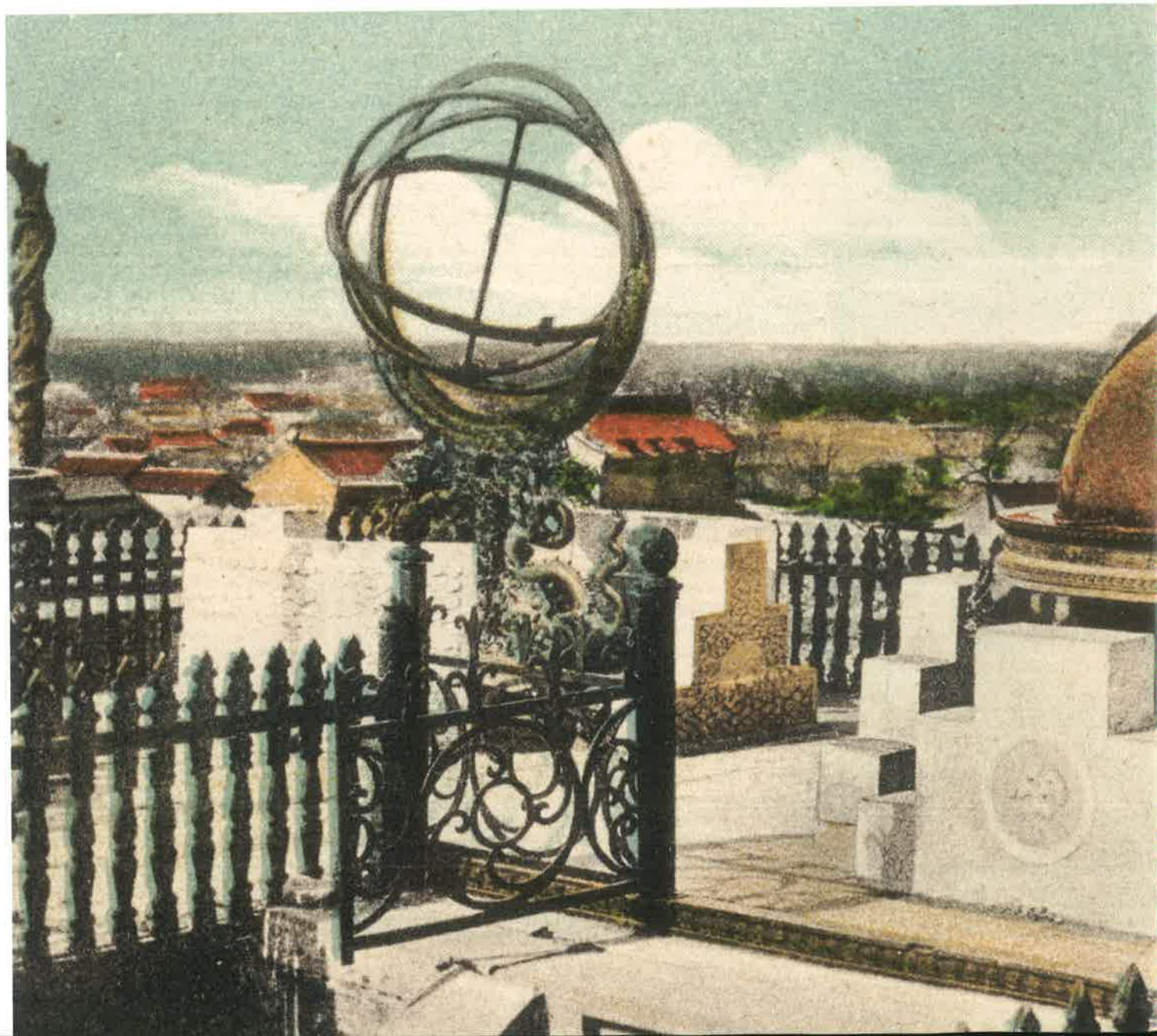


L'HARMONIE DU CIEL ET DE LA TERRE

En juin 2016, la Chine a inauguré au fond de la province du Guizhou le plus grand radiotélescope du monde, Fast, un gigantesque collecteur de 500 m de diamètre, près de 3 fois la taille de son prédécesseur états-unien d'Arecibo. Ce spectaculaire bond en avant marque de façon emblématique le retour de l'Empire du Milieu sur le devant de la scène astronomique. Bien peu sont ceux qui

pensaient que la Chine rattraperait son retard si vite, après une éclipse de plus de trois siècles qui a vu le pays d'abord dominé par les grandes puissances coloniales au travers des guerres de l'opium, puis ravagé par l'invasion japonaise et enfin écartelé par des problèmes politiques internes.

Mais si long soit-il, ce hiatus semble dérisoire par rapport à la très longue tradition astronomique chinoise qui a traversé



plus de quarante siècles en continu, une exception à la surface du globe. Sur la durée, les Chinois ont été les plus grands observateurs astronomiques de la planète, découvreurs des comètes, des taches solaires, des explosions d'étoiles... Leurs avancées sont restées longtemps ignorées en Europe, mais de multiples travaux et découvertes archéologiques récentes contribuent aujourd'hui à les remettre en lumière.

Si les Chinois ont été les spectateurs assidus des plus grands phénomènes cosmiques, c'est avant tout en raison de conceptions philosophiques très particulières qui n'ont jamais séparé le Ciel et la Terre, mais les ont associés au contraire comme les deux complémentaires du yin et du yang. À la différence des conceptions européennes qui faisaient du Ciel un domaine séparé inaccessible, royaumes des dieux, le Ciel chinois est le miroir de la Terre. Il y a un lien invisible permanent entre les régions célestes et les provinces de l'empire. Tout événement

céleste informera donc sur des circonstances terrestres. Il faudra donc avant tout déceler et décrire très précisément tout changement cosmique pour en tirer présages et oracles. Très tôt dans l'histoire chinoise, cette fonction sera dévolue au souverain, *Tian Zi*, le "fils du Ciel", dont le rôle principal est d'être le garant de l'harmonie du Ciel et de la Terre. Son mandat n'est ni héréditaire ni vraiment politique ; c'est un mandat céleste, le *Tian Ming* en chinois. Son destin dépend donc de sa capacité à prévoir ou à expliquer le Ciel. Tout empereur chinois recevait une instruction approfondie en astronomie et en retour maintenait un corps entier de fonctionnaires (observateurs, calculateurs du calendrier, responsables des clepsydras...), un CNRS avant la lettre, chargé par lui de scruter en permanence la voûte étoilée, nuit après nuit.

Les débuts de cette astronomie chinoise sont encore incertains, mais elle remonte au moins à la première dynastie des Xia (-2100 à -1600). Une découverte archéologique a en effet mis au jour en 2004 sur le site de Taosi, dans le centre de la Chine, une vaste esplanade dont la périphérie était plantée d'encoches délimitant, à partir d'un point d'observation matérialisé, des directions particulières marquant le lever du Soleil. Analogie aux pierres levées de Stonehenge en Angleterre, cet observatoire antique situé au cœur de restes archéologiques datés d'environ -2100 servait très probablement à l'établissement des premiers calendriers.

Progressivement, l'observation assidue et compulsive des cieux a amené les Chinois à constituer des catalogues d'événements rares qu'ils ont su consigner dans des documents qui ont franchi le fossé du temps. En 1972, a ainsi été exhumé d'une tombe datée de l'an -185, un spectaculaire "livre de soie", un texte de plus de 100 000 caractères, soigneusement composé sur un fin tissu de soie. Surgi du passé, le document



L'observatoire ancien de Pékin aux environs de 1906. Situé au centre de la capitale, à la périphérie de la Cité interdite, il comporte encore aujourd'hui sur sa terrasse une imposante batterie d'instruments astronomiques en bronze.

© Digital Commonwealth



La plus ancienne carte d'étoiles connue au monde découverte à Dunhuang. Datée de l'an 650, elle positionne les constellations chinoises selon une double projection cylindrique et azimutale pour le pôle. © British Library

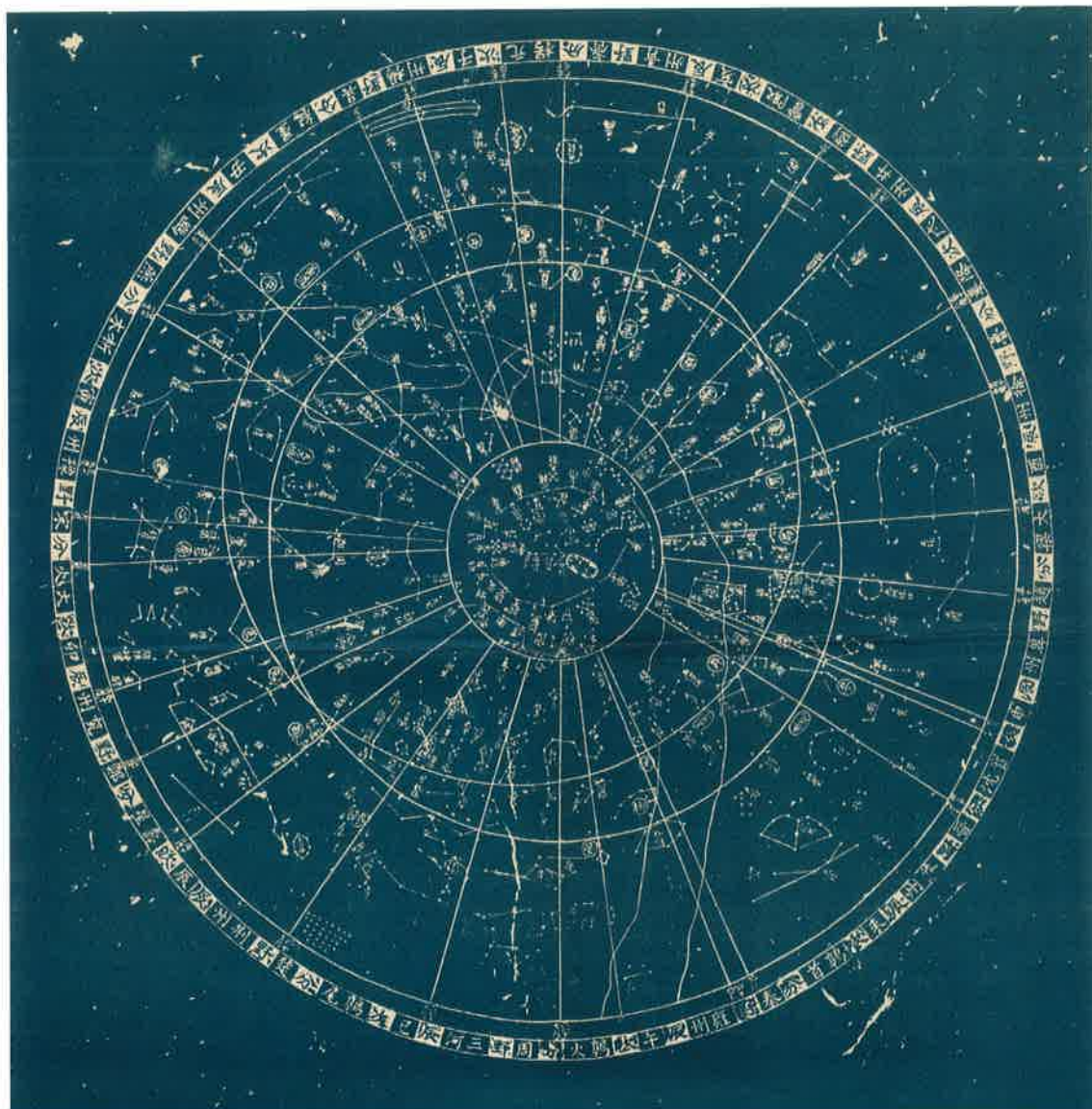
contient un éblouissant catalogue de comètes. Vingt-neuf formes différentes de comètes y sont dessinées avec précision distinguant la variété des noyaux cométaires et la multiplicité des queues. Aucune précision ne figure sur la forme et la durée des observations à la base de cette encyclopédie cométaire, mais la fréquence des comètes observables à l'œil nu (environ une par dizaine d'années) permet d'estimer que ce catalogue compile plusieurs siècles d'observations, probablement réparties sur l'ensemble de la dynastie des Zhou (-1045 à -220).

Les astronomes chinois ont également été les premiers à consigner dans leurs chroniques les étranges figures qui apparaissent parfois à la surface du Soleil. Dès le début des Hans (-205 à 220), les taches solaires sont en effet signalées sous des termes variés de pièces de monnaie ou de prunes, et souvent représentées symboliquement par la forme du corbeau noir se détachant sur le disque solaire qui figure sur des bannières funéraires. L'observation de ces taches à l'œil nu est relativement complexe. La méthode employée était aussi celle utilisée pour les éclipses de Soleil. On observait le Soleil par reflet sur une surface d'eau noircie par l'encre de Chine.

La présence des taches était particulièrement consignée au début du mois lunaire, période où pouvaient également se produire les éclipses. Bien que parcellaires, les observations chinoises sur plus de vingt siècles ont permis de vérifier que le cycle de 11 ans d'apparition des taches existait bien déjà il y a 2 000 ans, mais qu'il avait varié de 9,9 à 12,3 ans. De façon cocasse, lorsque les jésuites européens sont arrivés en Chine au XVII^e siècle, ils furent très fiers de montrer à leurs collègues chinois la découverte toute récente des taches solaires que venaient de faire Galilée et Scheiner en 1612. Mais ceux-ci connaissaient ces taches déjà depuis des siècles !

La plus grande renommée des astronomes chinois a été certainement leur capacité à capter dans le passé le phénomène le plus important de la Galaxie, l'apparition des supernovae ou super "nouvelle" étoile, signalant en réalité l'explosion d'un astre massif. Alors que ce phénomène a été largement occulté dans le reste du Monde, les Chinois en ont donné des descriptions précises qui, jointes à leur localisation exacte, permet aujourd'hui de retrouver dans l'espace cosmique les restes brûlants de ces étoiles qui ont explosées, parfois il y a plu-

Le planisphère de Suzhou est l'une des plus spectaculaires cartes célestes chinoises, réalisée en l'an 1193 pour l'instruction de l'empereur. Centré sur le pôle Nord céleste, il représente les constellations chinoises selon une projection polaire azimutale ainsi que l'écliptique, l'équateur et les limites de la Voie lactée. Il a été gravé sur pierre en 1247 sur une stèle d'environ 2 m de haut.
© Stone Carving Museum



sieurs millénaires. Dans les registres chinois, la plus ancienne supernova, apparue près d'Antarès, date des environs de l'an - 1500. La plus célèbre est celle survenue le 4 juillet 1054 dans la constellation du Taureau où subsiste aujourd'hui une magnifique nébuleuse aux formes de crabe.

Au gré des siècles, plusieurs dizaines de ces apparitions spectaculaires ont été décrites en Chine, désignées par le terme poétique de *ke-xing*, étoiles "invitées". Elles dépassent parfois l'imagination puisque certaines de ces explosions se sont traduites par l'apparition temporaire d'une lueur aussi brillante que la Lune pendant plusieurs semaines. Et pourtant, seuls les Chinois semblent leur avoir accordé l'attention qu'elles méritent. Tardivement, certains textes japonais et coréens seront disponibles et certaines des plus brillantes seront également notées à partir du XI^e siècle par les astronomes arabes. Mais en Europe, aucune mention fiable ne sera faite avant l'astronome danois Tycho Brahé en 1572 ! C'est en quelque sorte une énigme culturelle. Comment un continent entier a-t-il pu négliger de tels phénomènes naturels ? C'est justement la comparaison avec la Chine qui nous donne la réponse. Alors que la tradition chinoise attachée au mandat céleste considérait le Ciel comme un champ d'investigation aussi vaste que celui de la Terre, l'Europe était enchaînée à un dogme idéologique très prégnant. Issu des conceptions des Grecs anciens qui avaient imaginé enchâsser l'Univers dans des sphères fixes et parfaites, le monde européen fera perdurer abusivement cette idée de perfection des cieux pour la rendre compatible avec le monothéisme et la notion d'un dieu associé au ciel et créateur d'un monde parfait. Rien ne pouvait se passer dans le Ciel. Ce dogme religieux sera sans doute un élément déterminant qui figera sur place la connaissance astronomique, écartant taches solaires et supernovae du domaine du possible.

La longue tradition du questionnement du Ciel fera de la Chine un pays pionnier dans de nombreux domaines. Ainsi la nécessité de localiser précisément les phénomènes transitoires donnera naissance à des catalogues incluant de nombreuses constellations (près de 300) et à l'établissement de cartes célestes très élaborées, basées sur différents types de projection. La plus ancienne connue au monde a été découverte dans le désert de Gobi et est datée de l'an 650. De même, pour leurs mesures astronomiques des étoiles, les Chinois seront amenés les premiers à utiliser des coordonnées basées sur l'équateur céleste (au lieu de l'écliptique communément utilisé en Europe pour les planètes) et concevront dès 1279 le concept de monture "équatoriale" qui équipera les télescopes modernes à partir du XVIII^e siècle.

Au-delà de ces réalisations, la différence culturelle entre la Chine et l'Europe sera aussi incarnée dans des conceptions très opposées. Alors que l'Europe développera une pensée



L'instrument à monture équatoriale inventée en Chine en 1279. Cette monture est similaire à celle de nombreux grands télescopes modernes. Cette copie datée de 1437 est conservée à l'observatoire de Nankin. © J.-M. Bonnet-Bidaud

analytique et théorique, la Chine privilégiera une approche globale et pragmatique. Ainsi dès la période des Han, la cosmologie chinoise inclura plusieurs conceptions du monde concurrentes en même temps, allant de la Terre plate à une conception sphérique, et même à une vision assez moderne de corps condensés dispersés dans le vide cosmique. Le principe de non-contradiction n'est pas très présent en Chine et chacun de ces points de vue pouvait être invoqué selon les circonstances, la réalité étant imaginée comme la fusion harmonieuse de ces différents éclairages.

La fin de la dynastie des Ming, après 1640, verra périr l'astronomie en Chine comme en témoigne l'observatoire ancien de Pékin laissé en l'état et désormais perdu au centre de la capitale, au milieu des buildings. Aujourd'hui avec Fast, baptisé *Tian yan*, "l'œil céleste", et bien d'autres réalisations, y compris spatiales, la Chine renoue de façon tonitruante avec l'astronomie. Apportera-t-elle à nouveau une contribution originale et déterminante à l'étude de l'Univers est désormais la question la plus passionnante. Le grand historien astronome Sima Qian avait déjà tracé la voie en l'an -90 : "Si, dans tout le cycle du commencement à la fin, et de l'Antiquité aux temps modernes, on a observé profondément les changements qui se produisent et si on en a examiné les détails et l'ensemble, alors la science des Gouverneurs du Ciel est complète."

Jean-Marc Bonnet-Bidaud

Jean-Marc Bonnet-Bidaud est l'auteur de *4 000 ans d'astronomie chinoise*, paru aux éditions Belin en 2017.

L'ASTRONOMIE CHINOISE EN QUINZE DATES

Prédiction des éclipses, atlas de comètes, carte des constellations, consignation précise des événements célestes : l'observation des étoiles a laissé des vestiges sur plus de 40 siècles.



-2100

LE STONEHENGE CHINOIS

L'observatoire néolithique de Taosi, daté de -2100 sous la première dynastie des Xia, témoigne de l'ancienneté de l'astronomie chinoise. Découvert en 2004, il permettait de repérer les positions du Soleil à son lever.

-1400

LES PREMIÈRES ARCHIVES ASTRONOMIQUES

La première explosion d'étoile dont l'humanité ait gardé mémoire est consignée sur un os gravé datant de la dynastie Shang. L'observation des phénomènes célestes (supernovae, comètes...) servait de base à des prédictions astrologiques.



650

L'ATLAS CÉLESTE DE DUNHUANG

Les astronomes chinois ont maîtrisé très tôt l'art des cartes célestes. La plus ancienne carte d'étoiles connue au monde a été découverte sur la route de la Soie. Datée de l'an 650, elle comporte plus de 1300 étoiles réparties en 257 constellations.



100

LA COSMOLOGIE CHINOISE

Sous la dynastie des Hans, trois grandes thèses cosmologiques coexistent : la théorie du dôme céleste, celle de la sphère céleste et celle du vide infini. Dans cette dernière, les astres sont de la vapeur condensée immergée dans le vide cosmique.

-90

L'ENCYCLOPÉDIE DU CIEL CHINOIS

Dans la première grande encyclopédie chinoise, l'historien astronome Sima Qian décrit le catalogue complet des constellations chinoises et les cinq points cardinaux associés aux quatre animaux mythiques et au palais central de l'empereur céleste.



725

LE MÉRIDIDIEN CHINOIS

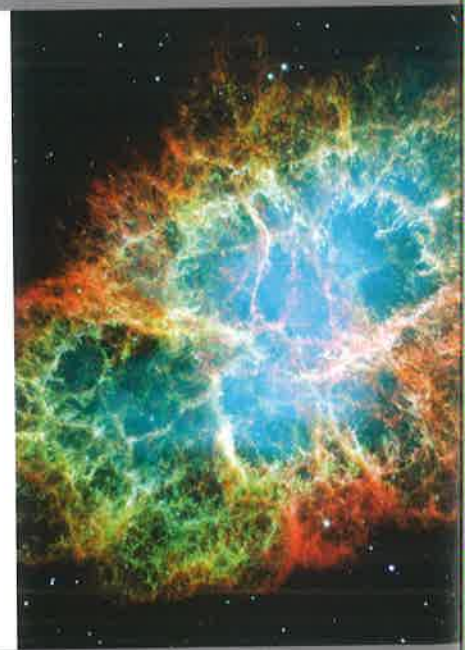
Dix siècles avant la détermination du système métrique, l'astronome Yi Xing réalise à l'aide de gnomons la mesure d'une méridienne sur plus de 2500 km pour déterminer la valeur de la lieue chinoise des Tang.



1054

LA SUPERNOVA DES SONG

Les explosions d'étoiles (supernovae) ont été notées en Chine avec une grande précision. Leurs positions exactes ont permis de retrouver les restes actuels de ces supernovae, comme la nébuleuse du Crabe (ci-contre), issue d'une explosion observée en juillet 1054.





-1000

LE CIEL MIROIR

En Chine, le Ciel était le miroir de la Terre et le pôle céleste symbolisait l'empereur. Dans le temple du Ciel à Pékin, l'empereur célébrait des cérémonies rituelles pour conserver l'harmonie du Ciel et de la Terre.

-721

LE CALENDRIER DES ÉCLIPSES

Le calendrier chinois était établi notamment pour prédire les éclipses du Soleil. Dès -721, les dates des éclipses étaient soigneusement consignées avec leur temps et leur magnitude.



-184

LES TACHES SOLAIRES

La présence de taches à la surface du Soleil est rapportée en Chine dès le II^e siècle avant l'ère moderne. Elles sont souvent représentées par le symbole d'un corbeau sur le disque solaire, présent sur des bannières funéraires.

-245

LA THÉORIE DES CINQ PLANÈTES

Les cinq planètes visibles à l'œil nu étaient constamment observées en Chine. La position et la période de retour de Jupiter, Saturne et Vénus sont consignées avec précision dans un texte couvrant la période entre -245 et -176.

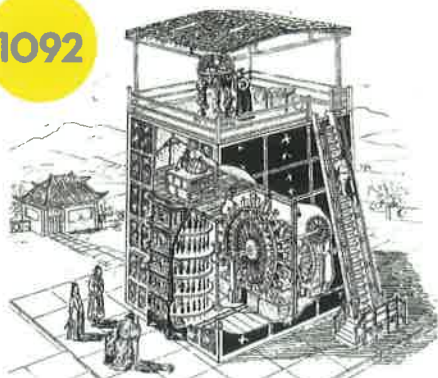
-184

L'ATLAS DES COMÈTES DES ZHOU

Un atlas découvert sur un livre de soie dans une tombe datée de -185 atteste de la précision et du détail des observations chinoises : vingt-neuf formes de comètes y sont représentées, collectées sur plusieurs centaines d'années.



1092

**L'HORLOGE ASTRONOMIQUE DE SU SONG**

S'inspirant de réalisations antérieures, le scientifique Su Song réalise à la fin du XI^e siècle une imposante horloge astronomique. De plus de 12 m de haut, elle était mue mécaniquement par une clepsydre.

1279

L'INVENTION DE LA MONTURE ÉQUATORIALE

Sous la dynastie mongole des Yuans, l'astronome Guo Shoujing invente la monture équatoriale des télescopes. Il érige également un gnomon géant de 10 m de haut et construit une panoplie d'instruments pour équiper le premier observatoire astronomique de Pékin.

1442

L'OBSERVATOIRE HISTORIQUE DE PÉKIN

L'observatoire historique de Pékin est une haute terrasse aux limites de la Cité interdite. Créé en 1442, il comporte aujourd'hui une panoplie de grands instruments, les plus anciens de ce type, réalisés entre 1673 et 1744, sous la direction de jésuites européens.

