

Le temps en Chine

Calendriers, horloges et dynasties

Roland TROTIGNON
ATAO
Toulouse

12 avril 2021

Le temps dans la civilisation chinoise...

Il n'y a eu en Chine que peu de réflexions sur le temps en tant qu'entité abstraite.

Le terme moderne qui désigne le temps en chinois est un néologisme japonais du 19^{ème} siècle, « 时间 » (espace entre deux instants).

Mais la Chine a apporté des solutions originales au repérage et à la mesure du temps. Une société agricole se doit de maîtriser les cycles des saisons. Leur interprétation est liée à une cosmologie élaborée reliant la Terre et le Ciel.

**C'est bien le ciel qui va nous
donner les clés du temps**

Cycles célestes.....

.....liés aux cycles agricoles...

.....repérés par les cycles numériques

5 cycles mis à contribution

**2 Cycles solaires : l'alternance du jour et de la nuit
L'année solaire – l'alternance des saisons**

Cycle lunaire : le mois

Cycle jovien (Jupiter) : 12 années

Cycle saturnien (Saturne) : 28 années



Les systèmes numériques

2 systèmes concurrents

Le système décimal (puissances de 10)

Largement utilisé en Chine depuis plus de 2000 ans pour toutes les mesures

Le système duodécimal (12 et 60)

La numération décimale

	Système <i>xià deng</i> DEGRÉ INFÉRIEUR	Système <i>zhōng deng</i> DEGRÉ MOYEN	Système <i>shàng deng</i> DEGRÉ SUPÉRIEUR
萬 <i>wàn</i>	10^4	10^4	10^4
億 <i>yì</i> ^a	10^5	10^8	10^8
兆 <i>zhào</i>	10^6	10^{12}	10^{16}
京 <i>jīng</i>	10^7	10^{16}	10^{32}
垓 <i>gāi</i>	10^8	10^{20}	10^{64}
補 <i>bù</i> ^b	10^9	10^{24}	10^{128}
壤 <i>ràng</i>	10^{10}	10^{28}	10^{256}
溝 <i>gōu</i> ^c	10^{11}	10^{32}	10^{512}
澗 <i>jiàn</i>	10^{12}	10^{36}	10^{1024}
正 <i>zhèng</i>	10^{13}	10^{40}	10^{2048}
載 <i>zài</i>	10^{14}	10^{44}	

VALEURS THÉORIQUES

La Chine antique possédait un système de représentation décimale d'une compacité extraordinaire

Une vingtaine de signes différents permettent d'énoncer des nombres immenses

Système positionnel ou semi-positionnel

^a Variante graphique : 亿 ^b Mot équivalent : 溝. cè

三京五千三百一億二百七萬六千一百八十五兆三億一萬

sān jīng wǔ qiān sān bǎi yī yì èr bǎi qī wàn liù qiān yī bǎi bā shí wǔ zhào sān yì yī wàn

$$3 \times 10^{32} + [5 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 1] \cdot 10^8 + [2 \times 10^2 + 7] \cdot 10^4 + 6 \times 10^3 + 1 \times 10^2 + 8 \times 10 + 5 \cdot 10^{16} + 3 \times 10^8 + 1 \times 10^4$$

300 005 301 020 761 850 000 000 300 010 000

La série décimale

liste des troncs célestes.

	Tronc céleste	Nom chinois	Élément
1	甲	jiǎ	Bois : mù 木
2	乙	yǐ	
3	丙	bǐng	Feu : huǒ 火
4	丁	dīng	
5	戊	wù	Terre : tǔ 土
6	己	jǐ	
7	庚	gēng	Métal : jīn 金
8	辛	xīn	
9	壬	rén	Eau : shuǐ 水
10	癸	guǐ	

La série duodénaire

Liste des branches ou rameaux terrestres.

	Rameau terrestre	Signe	Direction	Saison	Mois lunaire
1	zǐ 子	Rat : shǔ 鼠	0° (nord)	Hiver	11 ^e mois
2	chǒu 丑	Bœuf : niú 牛	30°		12 ^e mois
3	yīn 寅	Tigre : hǔ 虎	60°	Printemps	1 ^{er} mois
4	mǎo 卯	Lapin : tù 兔	90° (est)		2 ^e mois
5	chén 辰	Dragon : lóng 龍	120°		3 ^e mois
6	sì 巳	Serpent : shé 蛇	150°	Été	4 ^e mois
7	wǔ 午	Cheval : mǎ 馬	180°(sud)		5 ^e mois
8	wèi 未	Mouton : yáng 羊	210°		6 ^e mois
9	shēn 申	Singe : hóu 猴	240°	Automne	7 ^e mois
10	yǒu 酉	Coq : jī 鷄	270°(ouest)		8 ^e mois
11	xū 戌	Chien : gǒu 狗	300°		9 ^e mois
12	hài 亥	Porc : zhū 猪	330°	Hiver	10 ^e mois

Harmonies numériques....

...Harmonies astronomiques

- Il y a (presque...) 12 cycles lunaires dans un cycle annuel solaire (les douze mois de l'année)
- Il y a (presque...) 12 cycles solaires annuels dans un cycle jovien
- Il y a (presque...) 28 cycles solaires diurnes dans un cycle lunaire (les jours du mois)
- Il y a (presque...) 28 cycles solaires annuels dans un cycle annuel saturnien

Bien des problèmes viennent de ces « presque » !

La ronde des années

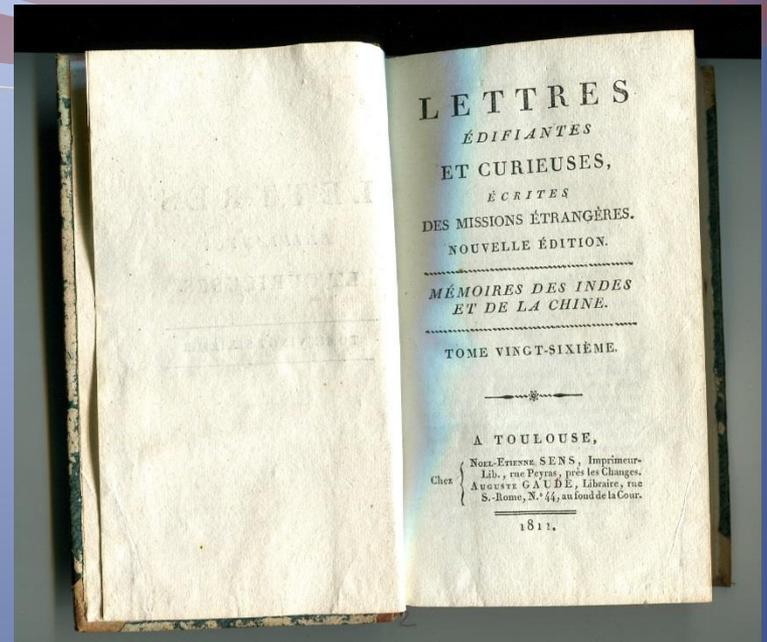
Le cycle de Jupiter



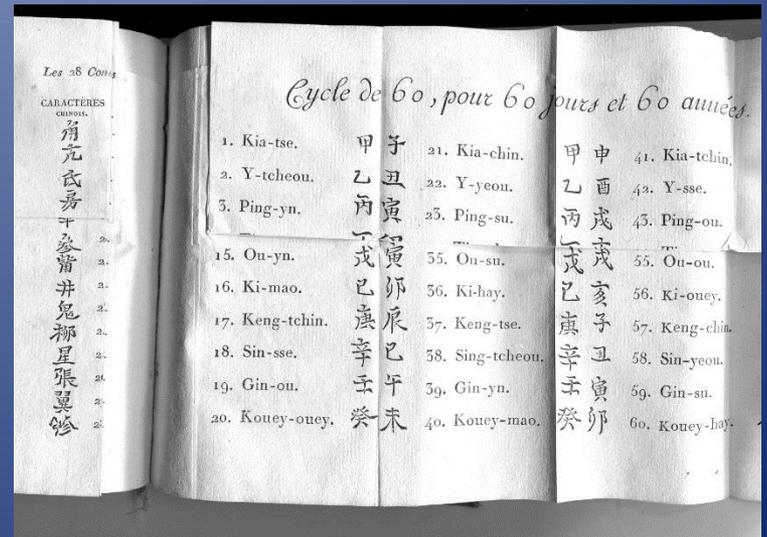
L'observation des 5 astres « errants » (les planètes) a intrigué les observateurs du ciel dès l'antiquité. En particulier, Jupiter, autrefois appelé « astre annuel » (岁星) met à peu près 12 ans pour parcourir la voute céleste.

Le décompte des années se fait selon un cycle de $12 \times 5 = 60$ ans qui combine les noms des troncs célestes et des rameaux terrestres.

Jiazi (甲子), yichou (乙丑), bingyin (丙寅), dingmao (丁卯) ...



Ce sont les Jésuites (en particulier le « très savant Père Gaubil ») qui ont fait connaître ce système en Europe à travers leurs fameuses « *Lettres édifiantes et curieuses* » publiées tout au long du 18^{ème} siècle.



Le cycle des années

Les années retrouvent les mêmes dénominations au bout de 60 ans (5x12). On peut représenter la marche du temps par une spirale, un tour faisant 60 ans.

Ce cycle a aussi été utilisé pour dénommer les jours. La chronologie chinoise est établie au jour près sur plus de 2000 ans.

La conception d'un écoulement du temps en spirale s'oppose à notre conception d'un écoulement linéaire

Les grandes dynasties

Zhou

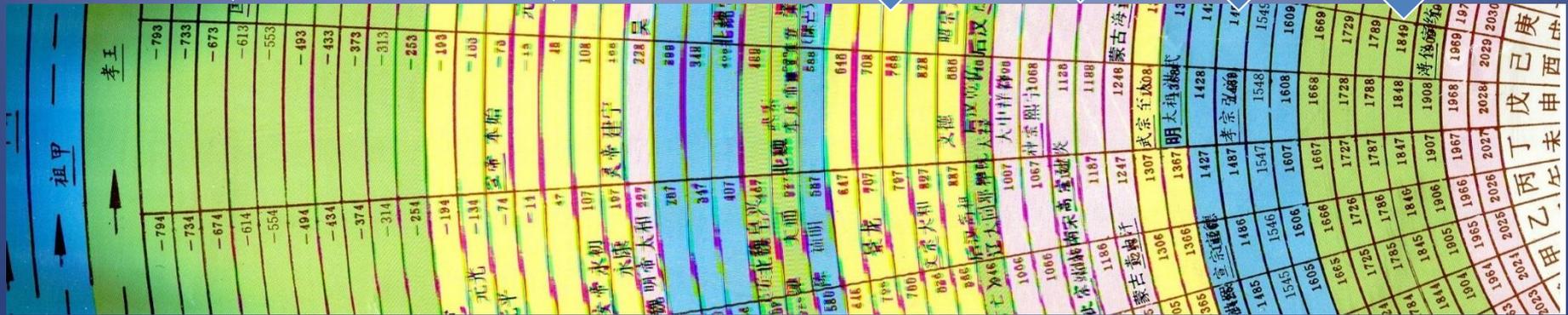
Han

Tang

Song

Ming

Qing



Les périodes inter-dynastiques sont des périodes de division et de troubles. Ce passé imprègne fortement la conscience historique moderne.

L'élaboration du calendrier



L'élaboration du calendrier est la principale application de l'observation du ciel. Un calendrier exact est la preuve que l'Empereur (le fils du ciel) détient le mandat céleste. L'établissement du calendrier est confié à un bureau d'astronomie. L'autre charge de ce bureau est d'interpréter les signes célestes, fastes ou néfastes.



**Bureau des affaires du ciel
et mandarins astronomes et
astrologues**



La suite des calendriers

50 calendriers se sont succédés.

A trop vouloir « coller » aux phénomènes astronomiques, la Chine est amenée à créer des calendriers de plus en plus précis.

Les plus célèbres:

三统 (*Santong*) – Dynastie des Han

大衍 (*Dayan*) – Dynastie des Tang

授时 (*Shoushi*) – Dynastie des Yuan

大统 (*Datong*) – Dynastie des Ming

时宪 (*Shixian*) – Dynastie des Qing et époque moderne

L'élaboration du calendrier

Les divisions du cycle solaire annuel



L'année solaire chinoise (*sui* - 岁), intervalle de temps entre deux solstices d'hiver successifs, est divisée en 24 « *jieqi* » (节气) de longitudes écliptiques solaires égales à 15°.

Les « *jieqi* » portent des noms liés aux activités agricoles et aux repérages astronomiques des saisons.

La détermination du solstice d'été vue par un graveur chinois du 19^{ème} siècle

Divisions solaires de l'année (1)

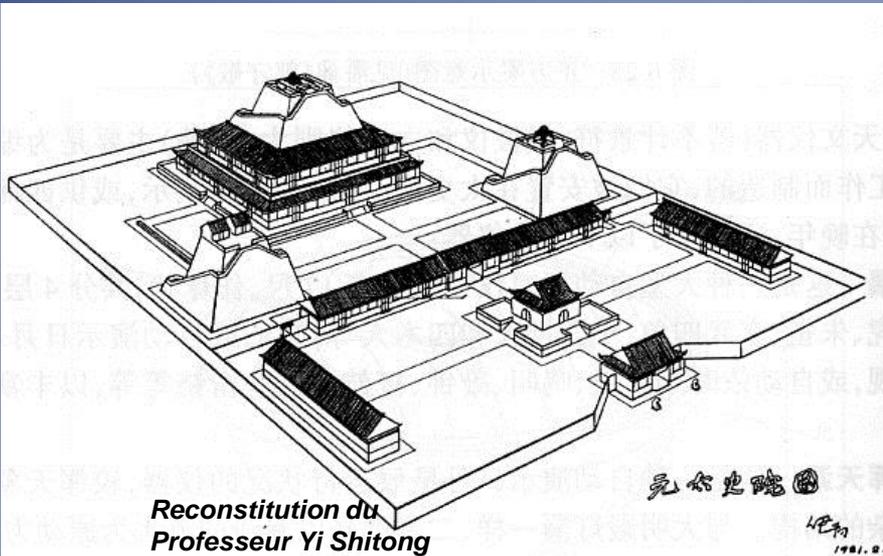
N°	Nom	Traduction	Date	Long.
1	Dongzhi	<i>Solstice d'hiver</i>	22 décembre	270°
2	Xiaohan	<i>Petit froid</i>	6 janvier	285°
3	Dahan	<i>Grand froid</i>	21 janvier	300°
4	Lichun	<i>Début du printemps</i>	4 février	315°
5	Yushui	<i>Pluie</i>	20 février	330°
6	Jingzhe	<i>Réveil des insectes</i>	5 mars	345°
7	Chunfen	<i>Equinoxe de printemps</i>	20 mars	0°
8	Qingming	<i>Pure clarté</i>	5 avril	15°
9	Guyu	<i>Pluie de céréales</i>	20 avril	30°
10	Lixia	<i>Début de l'été</i>	6 mai	45°
11	Xiaoman	<i>Petits épis</i>	21 mai	60°
12	Mangzhong	<i>Epis barbus</i>	6 juin	75°

Divisions solaires de l'année (2)

N°	Nom	Traduction	Date	Lon g.
13	Xiazhi	<i>Solstice d'été</i>	21 juin	90°
14	Xiaoshu	<i>Petites chaleurs</i>	7 juillet	105°
15	Dashu	<i>Grandes chaleurs</i>	23 juillet	120°
16	Liqiu	<i>Début de l'automne</i>	8 août	135°
17	Chushu	<i>Fin de la canicule</i>	23 août	150°
18	Bailu	<i>Rosée blanche</i>	7 septembre	165°
19	Qiufen	<i>Equinoxe d'automne</i>	23 septembre	180°
20	Hanlu	<i>Rosée froide</i>	8 octobre	195°
21	Shuangjiang	<i>Gelée blanche</i>	23 octobre	210°
22	Lidong	<i>Début de l'hiver</i>	7 novembre	225°
23	Xiaoxue	<i>Petite neige</i>	22 novembre	240°
24	Daxue	<i>Grande neige</i>	24 décembre	255°

Un exemple: la réforme astronomique de 1280 et le calendrier shoushili

La brève dynastie mongole des Yuan (1272-1368) entreprend la réalisation d'un calendrier le plus exact possible, qui « garantirait l'exactitude des saisons » (« *Shou shi li* » - 受时历). C'est le mathématicien et astronome Guo Shoujing (郭守敬) qui est le maître d'œuvre de cette réforme.



Brillant concepteur d'instrument, Guo Shoujing entreprend la construction d'un observatoire central à Pékin et de cinq gnomons de grande taille en province (deux seront achevés).

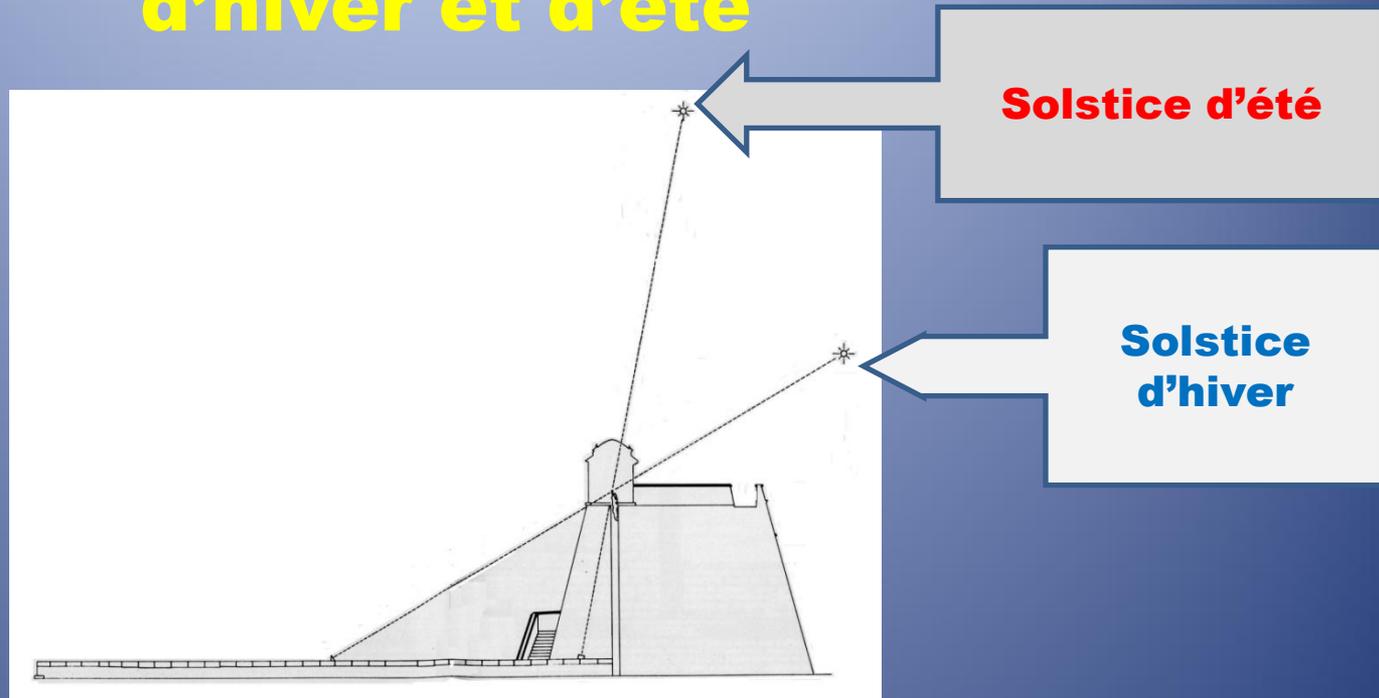
Plus rien ne subsiste de l'observatoire édifié à Pékin à partir de 1279. Long de 123 m, large de 97 m, il comprenait des bâtiments d'observation (dont un grand gnomon), une imprimerie et un temple.

La tour solaire de Gaocheng



Edifiée en 1276, reconstruite quelques siècles plus tard et largement restaurée, cette tour est le seul vestige encore visible des observatoires du projet de calendrier « Shou shi li ».

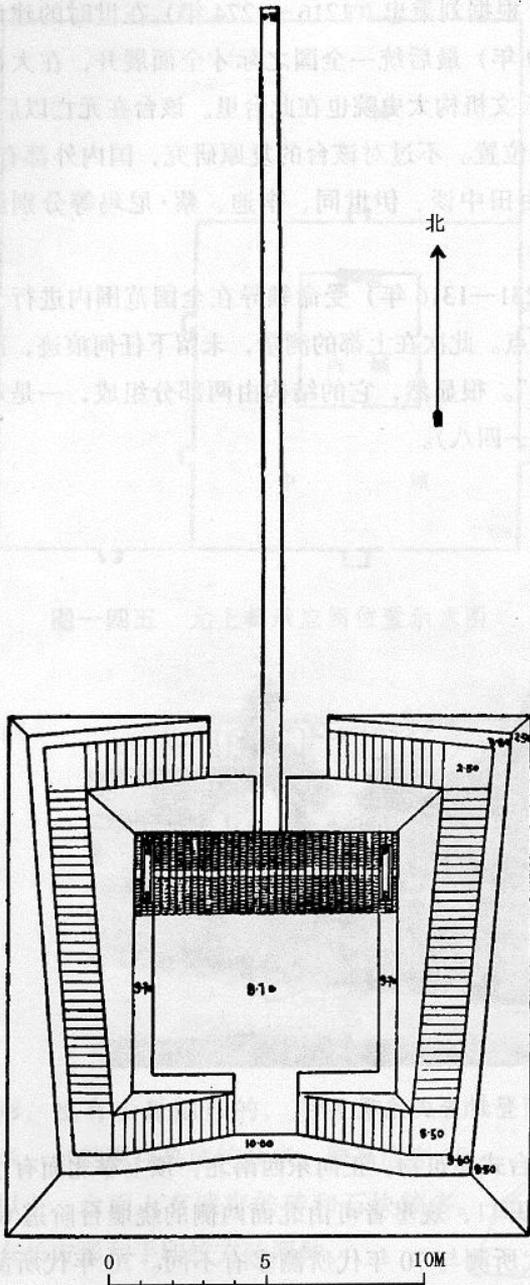
Repérages et mesures des solstices d'hiver et d'été



La longueur de la règle au sol laisse supposer la présence d'un gnomon beaucoup plus élevé érigé au sommet du bâtiment en maçonnerie, comme le montre une gravure ancienne. Il n'y a plus aucune trace d'une telle structure au sommet.

Un emplacement privilégié

Le site de Gaocheng était considéré comme le point central de l'Empire.
C'est en ce point qu'était traditionnellement mesurée la longueur du gnomon aux solstices.



Dimensions imposantes

La règle au sol fait près de 30 mètres.
Guo Shoujing a établi que l'année tropique valait 365,242500 jours. La valeur admise actuellement: 365,242199 jours. L'erreur de Guo Shoujing n'est que de 23 secondes.



Photo R.Grasset

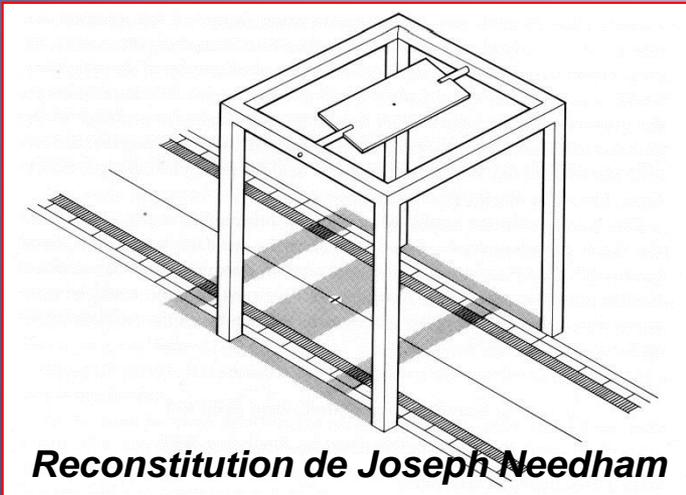
Graduation gravée sur la pierre



Photos R.Grasset

Une rigole remplie d'eau permettait de s'assurer de l'horizontalité

Une maquette du « mesureur d'ombre »



Le « jingfu » (景符), l'un des instruments inventés par Guo Shoujing.



Ce dispositif permet d'apprécier l'ombre avec une erreur relative de $2 \cdot 10^{-4}$ (« *The limit of accuracy of aperture gnomons* » F. et M. Bruin)

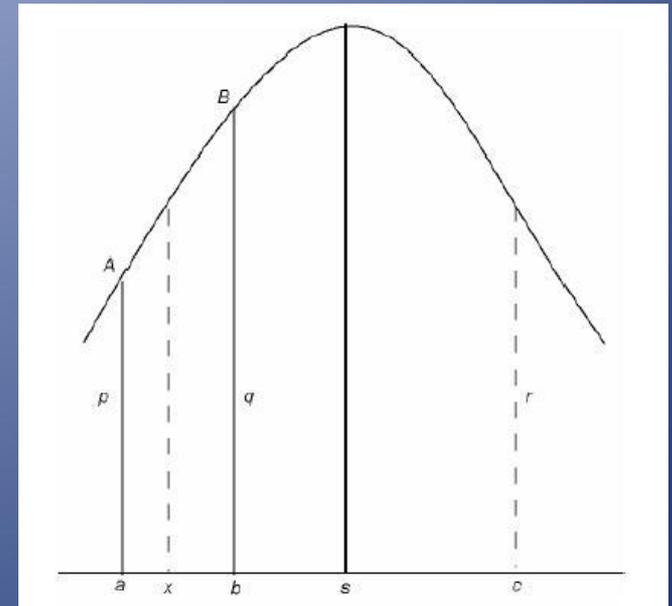
Comment apprécier l'instant précis du solstice?

Guo Shoujing était aussi mathématicien (on lui doit une méthode d'interpolation très élaborée – utilisation de fonctions du 3^{ème} degré)

L'instant moyen entre deux instants où le soleil culmine à la même hauteur doit être l'instant du solstice...si la courbe est symétrique, ce qui n'est en général pas le cas.

Par chance, à l'époque de Guo Shoujing, le moment du périhélie par rapport au solstice rendait l'erreur pratiquement nulle!

(Source: Variation of tropical year length in Far Eastern astronomy and its observational basis – Shigeru Nakayama – 1986)



Le cycle lunaire

- **Mesuré dès la plus haute antiquité avec une grande précision. Un manuel du 3^{ème} siècle donne pour la valeur de la révolution synodique de la Lune (intervalle entre 2 nouvelles lunes) $134630/4559$ jours soit 29,530598 jours.**
- ***La valeur admise aujourd'hui est 29,5305881 (Danjon)***

Fractions curieuses dues autant à la rigueur mathématique qu'à des préoccupations numérolologiques

Les règles actuelles du calendrier chinois

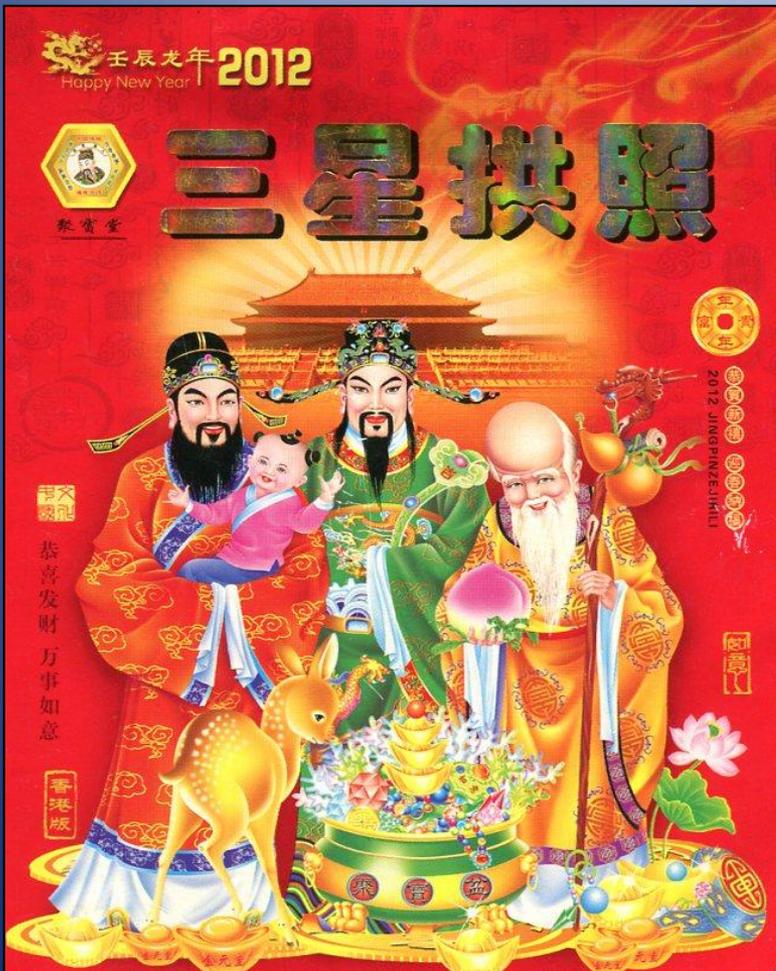
- Un mois lunaire commence le jour d'une nouvelle lune
- L'année solaire est l'année tropique vraie entre deux solstices d'hiver et détermine les 24 « jieqi ».
- L'année lunaire commence au nouvel an chinois (1^{er} jour du 1^{er} mois lunaire) et comporte 12 ou 13 mois de 29 ou 30 jours.

Le solstice d'hiver doit être dans le 11^{ème} mois lunaire

*Le mois supplémentaire est le mois qui ne contient pas de « zhongqi »
(longitude écliptique solaire multiple de 30 degrés)*

En 1645, sous l'influence des Jésuites, le recours aux mouvements vrais va singulièrement compliquer les calculs !
Il arrive qu'il y ait 2 mois supplémentaires...

Un éphéméride moderne



Les « Trois Etoiles » -richesse, prospérité, longévité- sont des dieux familiers de la mythologie chinoise. Leur représentation s'accompagne des symboles usuels: lingots d'or, pêche d'immortalité, cerf à longue vie... Le personnage de gauche tient dans ses bras son enfant.

Tout le bonheur chinois est là: descendance, richesse et longue vie.

Une page d'éphéméride



Calendrier grégorien

Calendrier musulman

Solstice d'hiver

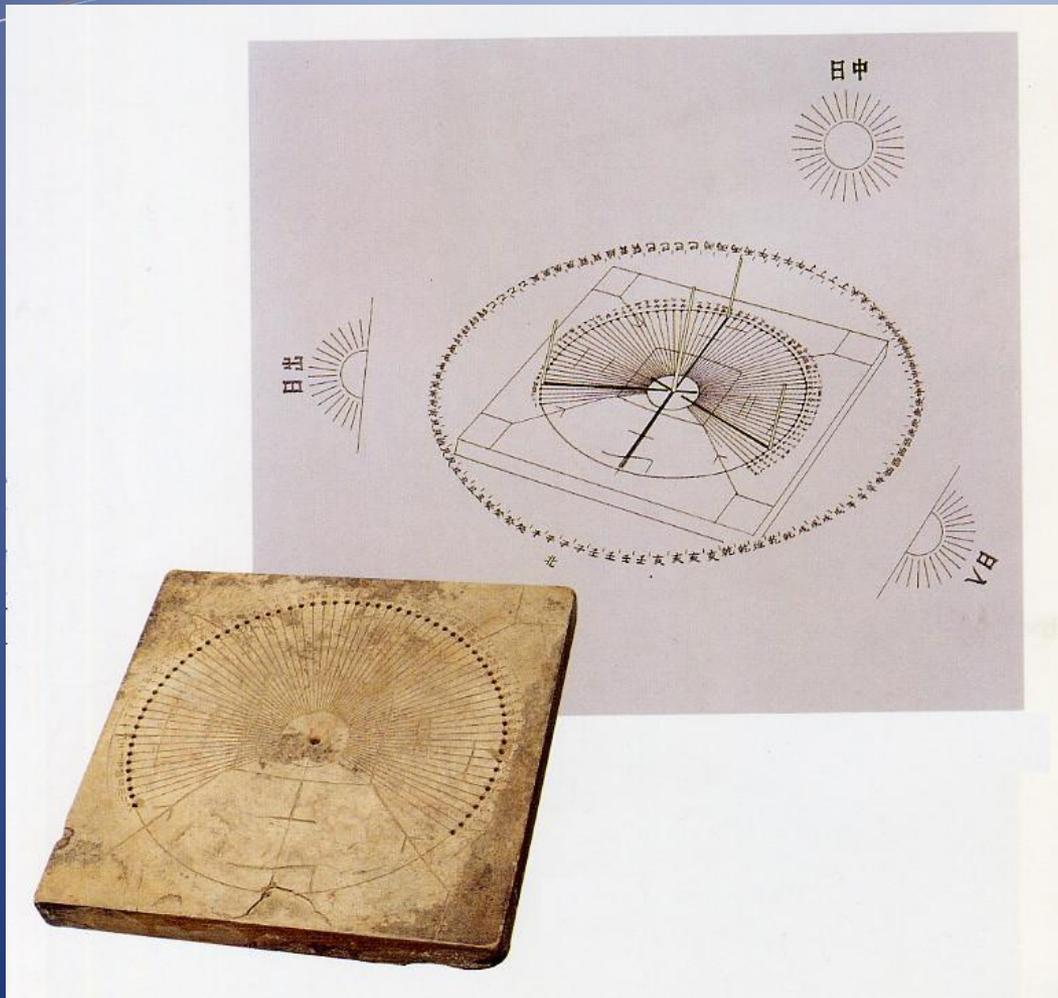
Calendrier chinois

Heures fastes de la journée

Le cycle solaire quotidien

- **Le plus évident: l'alternance du jour et de la nuit**
- **Repérage de l'instant par le gnomon**
- **Le plus vieux manuel de gnomonique est chinois : le ZHOU BI SUAN JING**
(plus de 1000 ans av. J.-C. ?)

Il y a presque autant de temps entre ce texte et la « Composition Mathématique » (*Μαθηματικη συνταξις*) de Ptolémée qu'entre le texte de Ptolémée et la révolution astronomique européenne.



Deux plateaux de ce genre ont été mis au jour (Luoyang et Huhehot).

L'un est au Musée d'Histoire de Beijing, l'autre au Musée de Toronto.

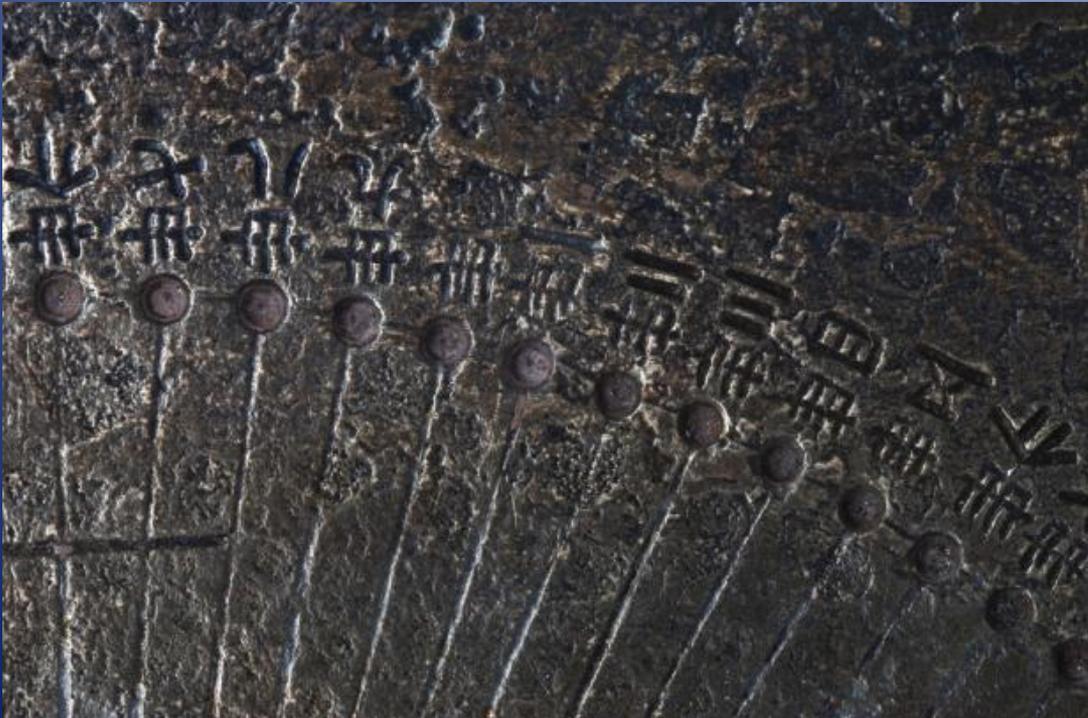
Han de l'ouest
27cm de côté

La journée était divisée en 100 ke (刻).

Musée des confluences (Lyon)



Ce cadran en argent est exposé au
Musée des Confluences de Lyon

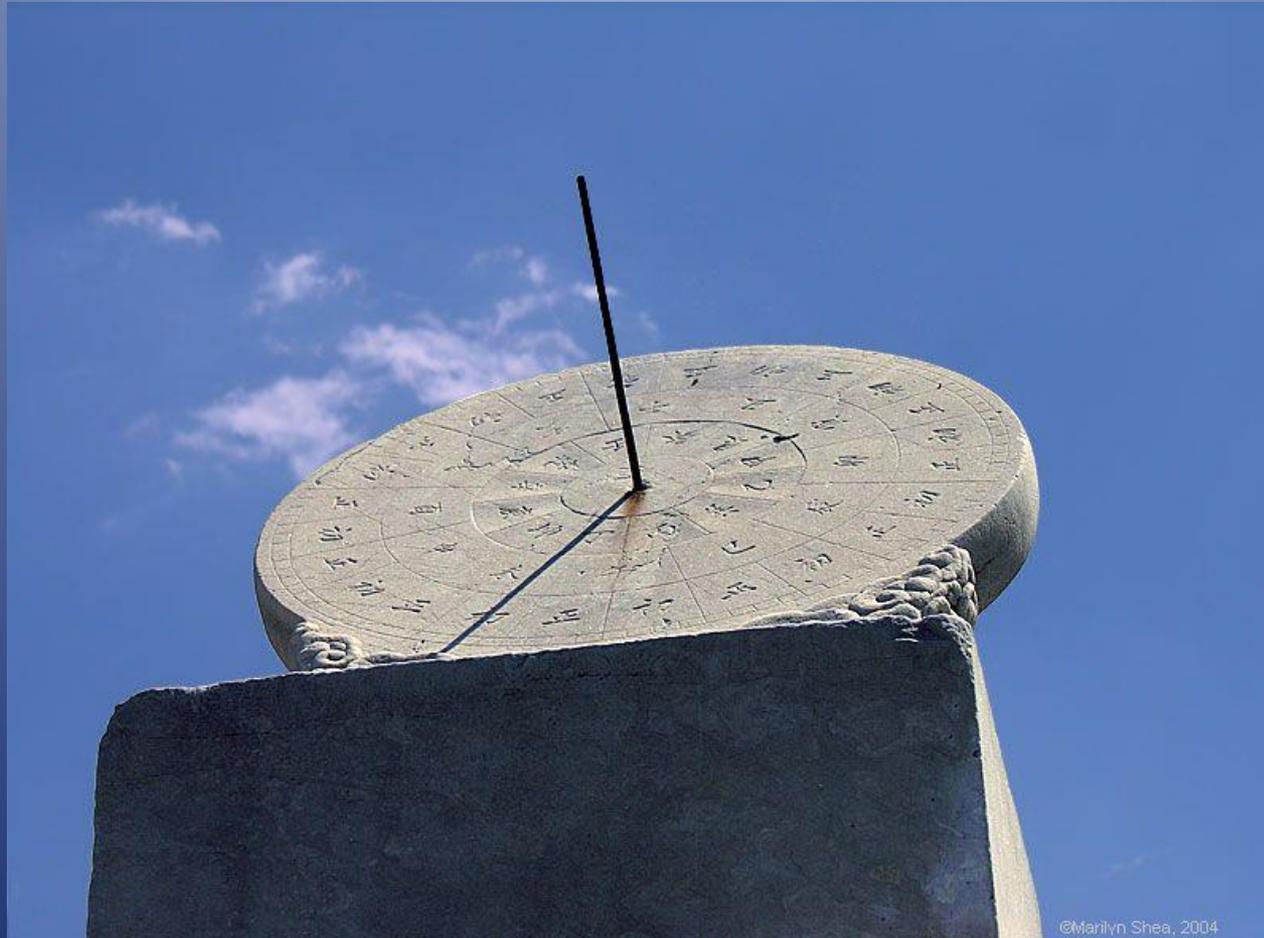


11,5 cm de côté

Âgé d'environ 2300 ans

Dynastie des Zhou

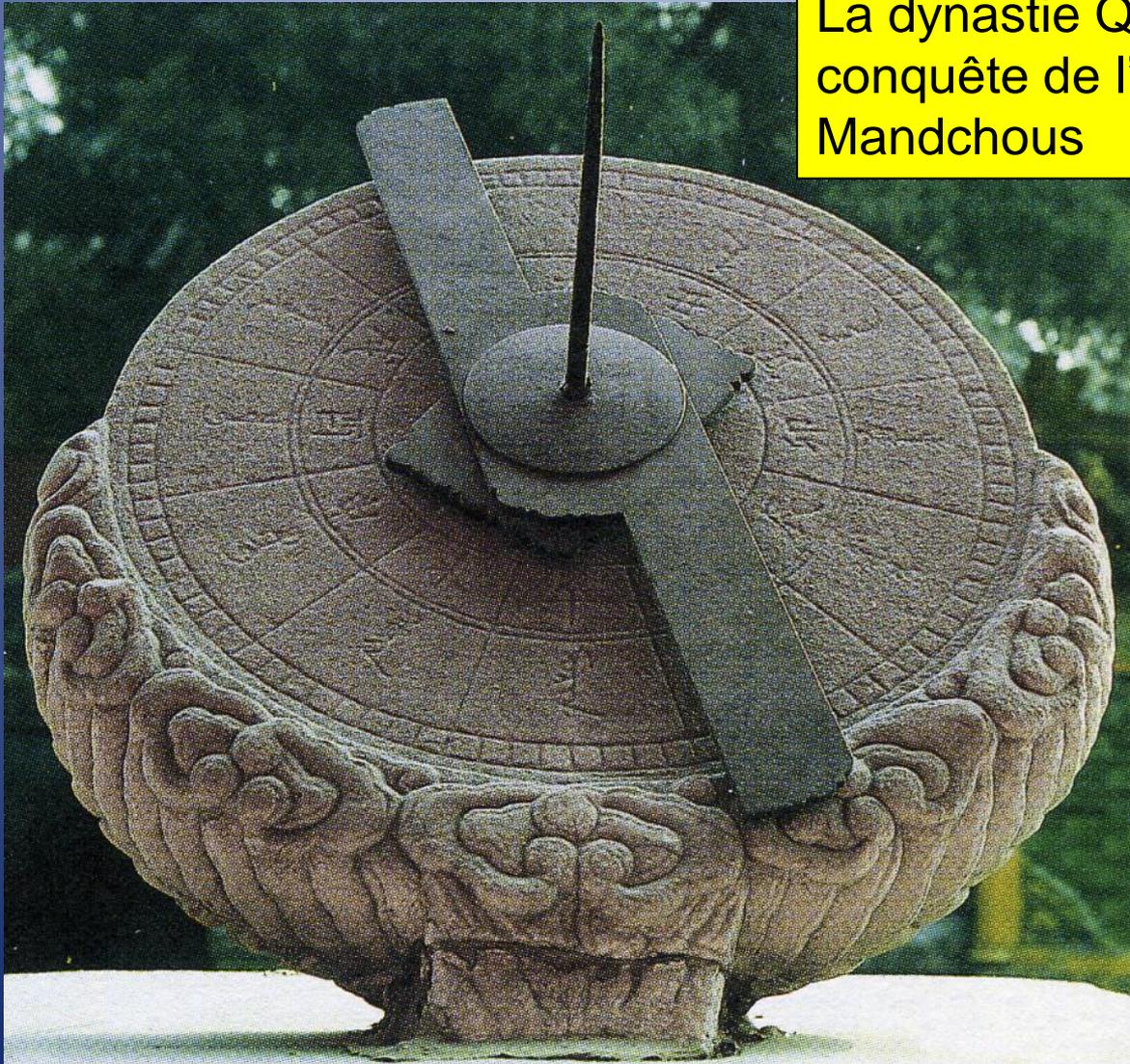
Les cadrans équatoriaux de la Cité Interdite



Cadran bilingue

Chinois-mandchou

La dynastie Qing résultait de la conquête de l'Empire Ming par les Mandchous

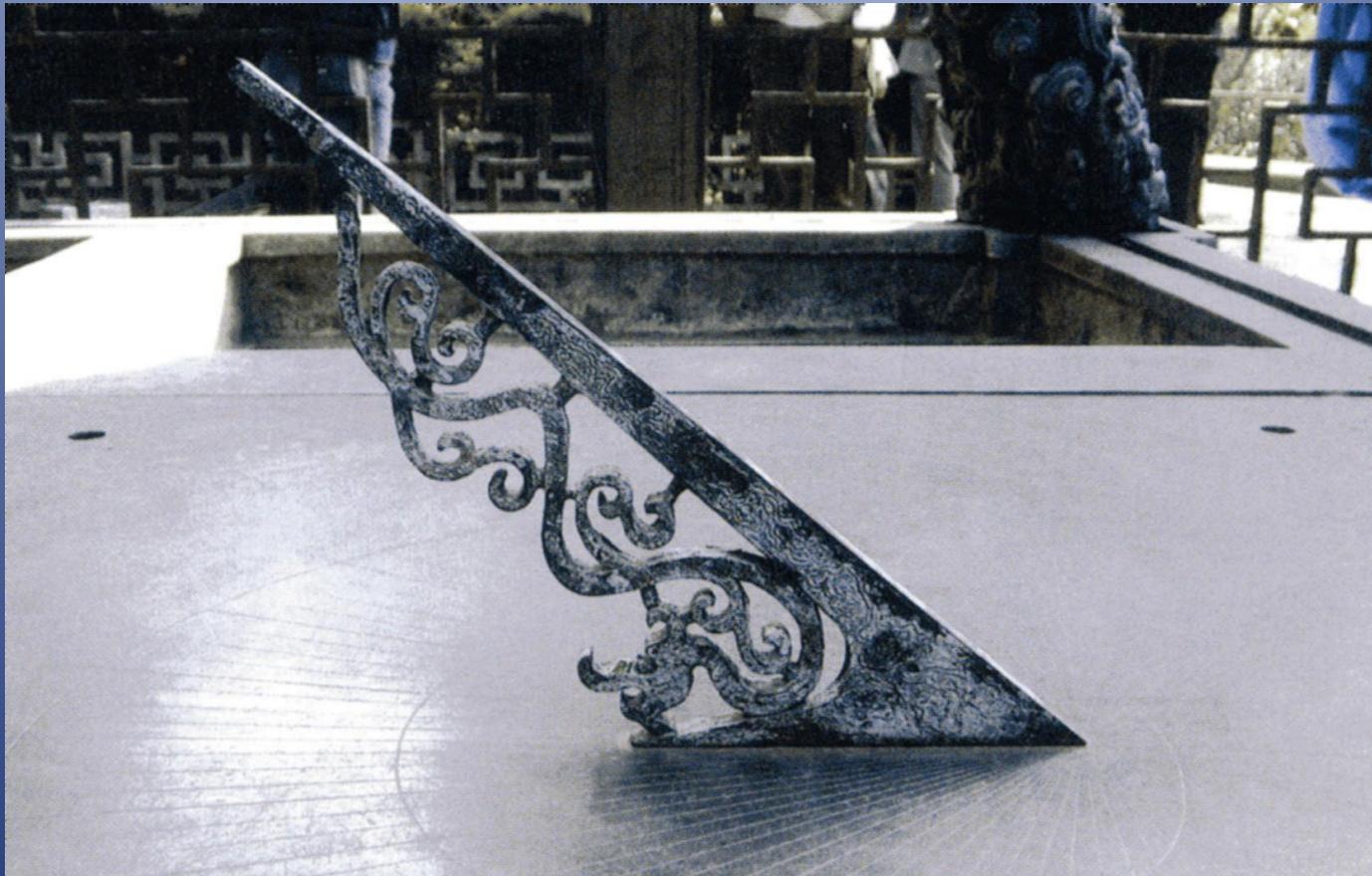


Cadran en langue mandchoue

Les Mandchous, maîtres de la Chine, ne sont pas parvenus à conserver leur culture et peu à peu sont devenus chinois (Han).



Un cadran du 13^{ème} siècle



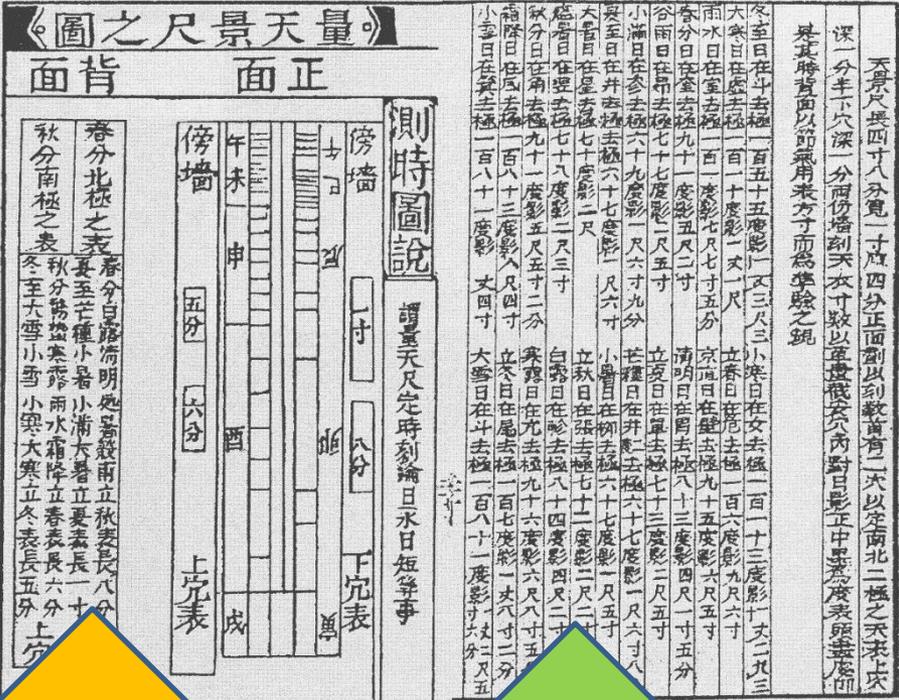
Gnomon de Guo Shoujing (1267)

La division des jours

- **Ancien système décimal**
 - Une journée = 10 « *shi* » de 10 « *ke* » (système disparu)
- **Système plus récent**
 - Une journée = 12 « *shi* » égaux nommés d'après la série duodécimale, chaque « *shi* » est divisé en 2 « petit shi » - *xiaoshi* -(小时), mot toujours utilisé pour désigner la durée d'une heure.. Mais les 100 *ke* par jour sont restés longtemps en usage.



Un document de gnomonique



Cadrans égyptiens

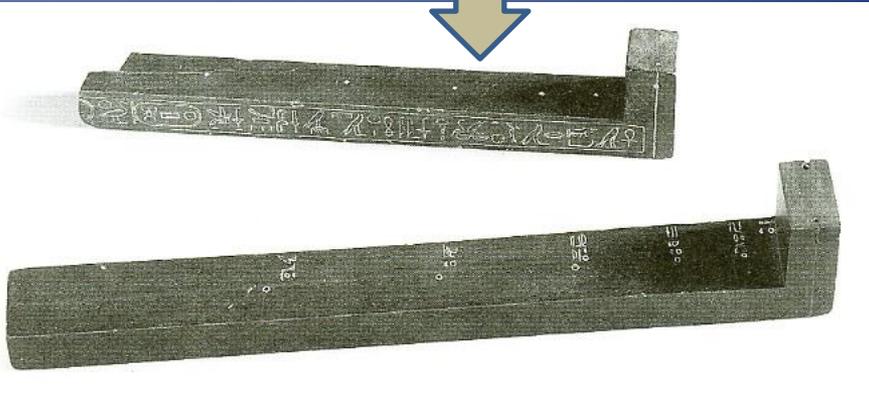
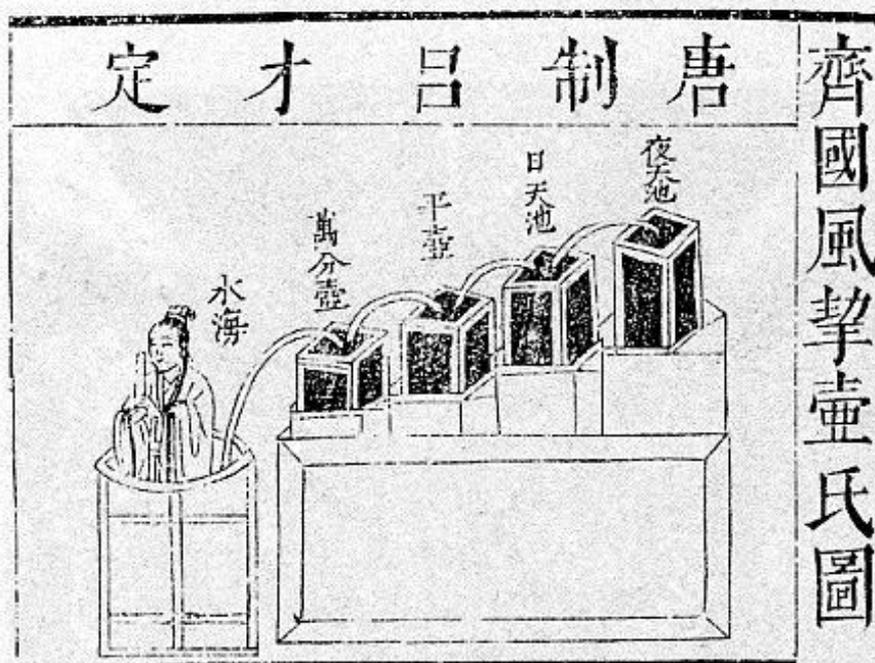


Schéma d'une réglette destinée à déterminer l'heure avec des gnomons de longueur variable

Correspondances des périodes de l'année avec la longueur de l'ombre à midi

Et pour la nuit ?...La clepsydre

La nuit est divisée en 5 veilles, les « *geng* », de longueurs variables selon la période de l'année. L'instrument correspondant est la clepsydre.



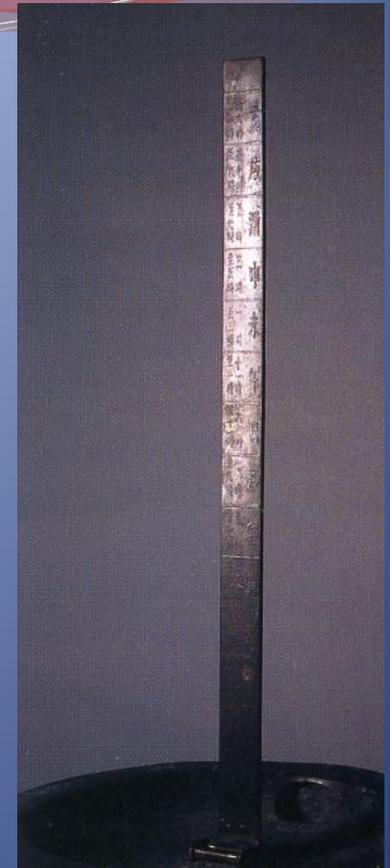
L'écoulement d'un fluide (sable du sablier, eau de l'horloge à eau) permet de mesurer le temps par la mesure du volume de fluide écoulé. Mais la vitesse d'écoulement dépend de la hauteur du liquide...

Vase de clepsydre



Les vases successifs assurent un niveau constant dans le dernier vase et un écoulement régulier.

Ce vase a été fabriqué dans les ateliers du Palais Impérial durant la dernière dynastie des Qing.



Un système de flotteur soulève une tige graduée, appelée lance, permettant de lire l'heure

Les graduations des « lances »

第一箭 自冬至用至小寒後四日
 晝三十八刻
 夜六十二刻

初	午	入	一更	二更	三更	四更	五更	曉
正	未	日	.....	.....	.....	.....	.....	出
初	申	庚	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	酉	辛	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	戌	壬	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	亥	癸	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	子	甲	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	丑	乙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	寅	丙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	卯	丁	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	辰	戊	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	巳	己	.....	.....	.....	.....	.....	.....

第二箭 自小寒後五日用至大寒前一日
 自大寒前四日用至冬至前一日
 晝三十九刻
 夜六十一刻

初	午	入	一更	二更	三更	四更	五更	曉
正	未	日	.....	.....	.....	.....	.....	出
初	申	庚	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	酉	辛	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	戌	壬	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	亥	癸	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	子	甲	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	丑	乙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	寅	丙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	卯	丁	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	辰	戊	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	巳	己	.....	.....	.....	.....	.....	.....

第三箭 自大寒日用至大寒後五日
 自小寒後一日用至大雪前五日
 晝四十刻
 夜六十刻

初	午	入	一更	二更	三更	四更	五更	曉
正	未	日	.....	.....	.....	.....	.....	出
初	申	庚	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	酉	辛	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	戌	壬	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	亥	癸	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	子	甲	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	丑	乙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	寅	丙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	卯	丁	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	辰	戊	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	巳	己	.....	.....	.....	.....	.....	.....

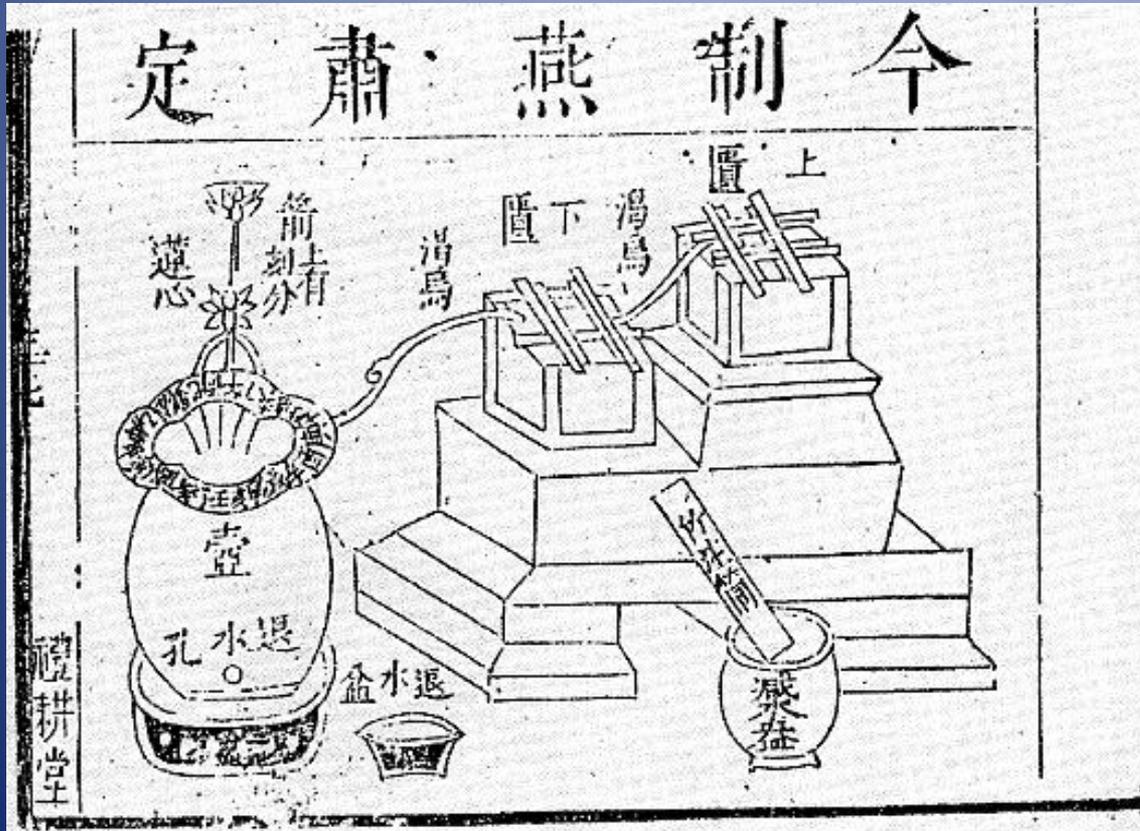
第四箭 自大寒後六日用至立春前三日
 自小寒前七日用至小雪日
 晝四十一刻
 夜五十九刻

初	午	入	一更	二更	三更	四更	五更	曉
正	未	日	.....	.....	.....	.....	.....	出
初	申	庚	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	酉	辛	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	戌	壬	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	亥	癸	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	子	甲	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	丑	乙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	寅	丙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	卯	丁	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	辰	戊	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	巳	己	.....	.....	.....	.....	.....	.....

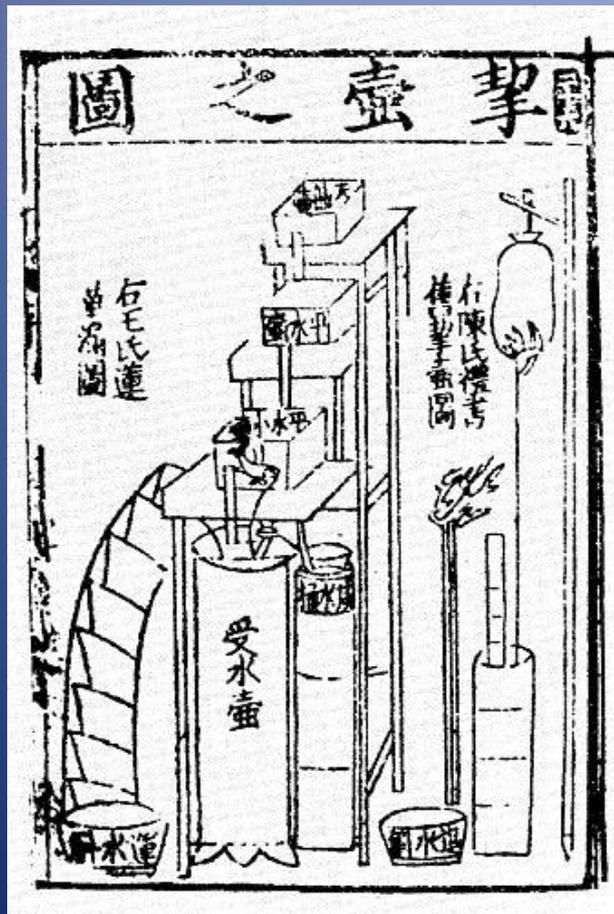
第五箭 自立春前二日用至立春後三日
 自立冬後二日用至立冬後七日
 晝四十二刻

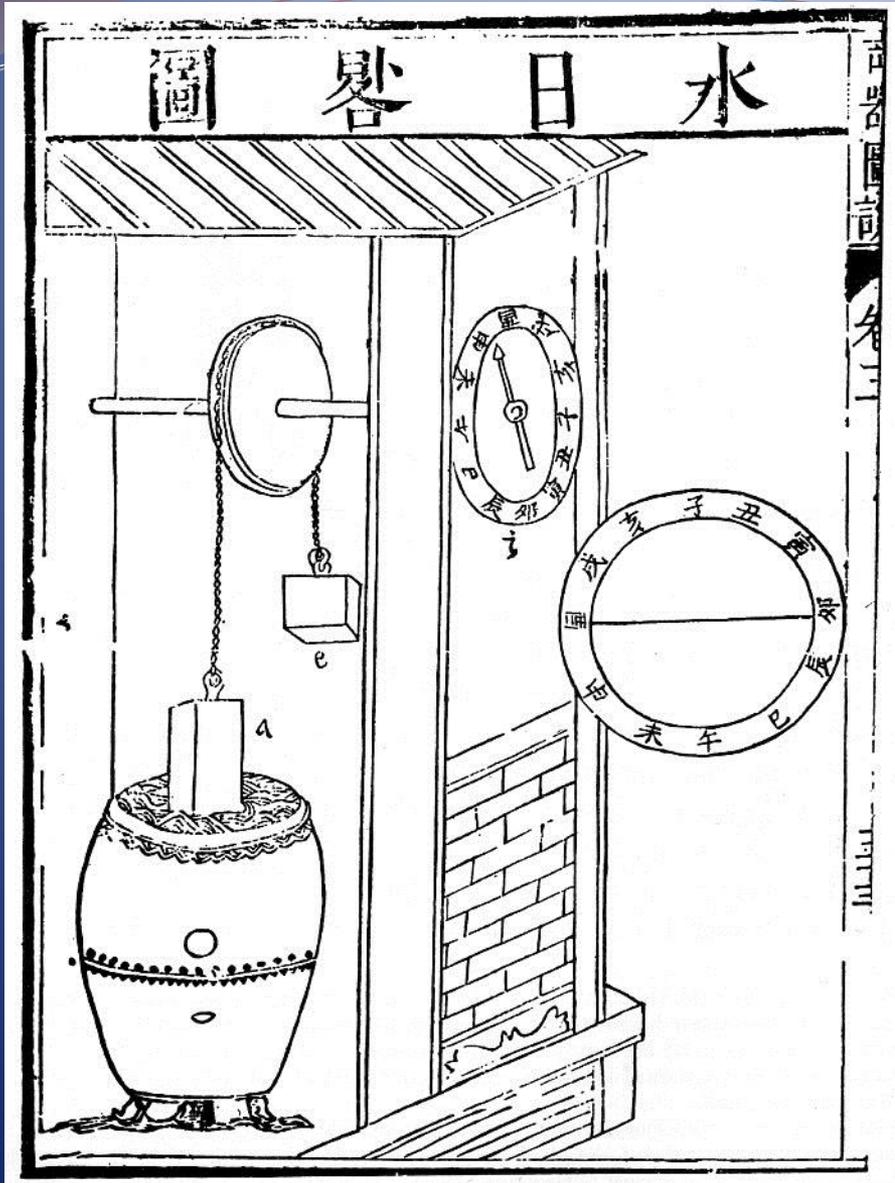
初	午	入	一更	二更	三更	四更	五更	曉
正	未	日	.....	.....	.....	.....	.....	出
初	申	庚	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	酉	辛	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	戌	壬	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	亥	癸	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	子	甲	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	丑	乙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	寅	丙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	卯	丁	.....	.....	.....	.....	.....	.....
初	辰	戊	.....	.....	.....	.....	.....	.....
正	巳	己	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Mesure du temps sur un noyau flotteur plongeant



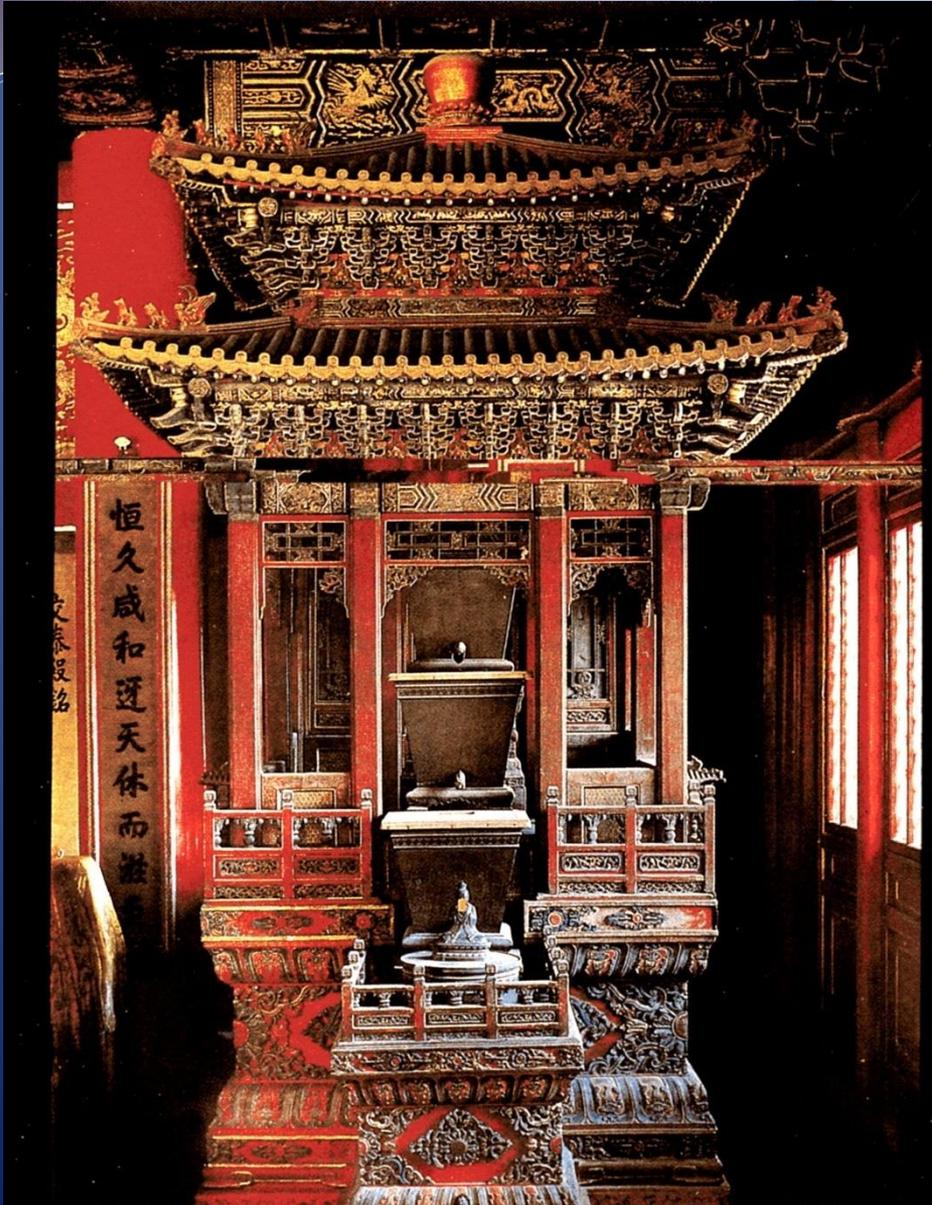
Les clepsydres peuvent devenir relativement complexes





Une horloge anaphorique chinoise

*Mentionnée par un
texte chinois du
13^{ème} siècle, elle
existait
probablement bien
auparavant*



Une clepsydre de la fin du 18^{ème} siècle

Clepsydre à 3 vases du pavillon Huang Ji Dian (Cité Interdite)

Fonctionnait jour et nuit

Env.1800

Les horloges astronomiques

Il existe une ancienne tradition d'horloges astronomiques. Nous les connaissons par les commentaires figurant dans les Annales historiques des dynasties.

L'horloge de Zhang Heng (2^{ème} siècle)

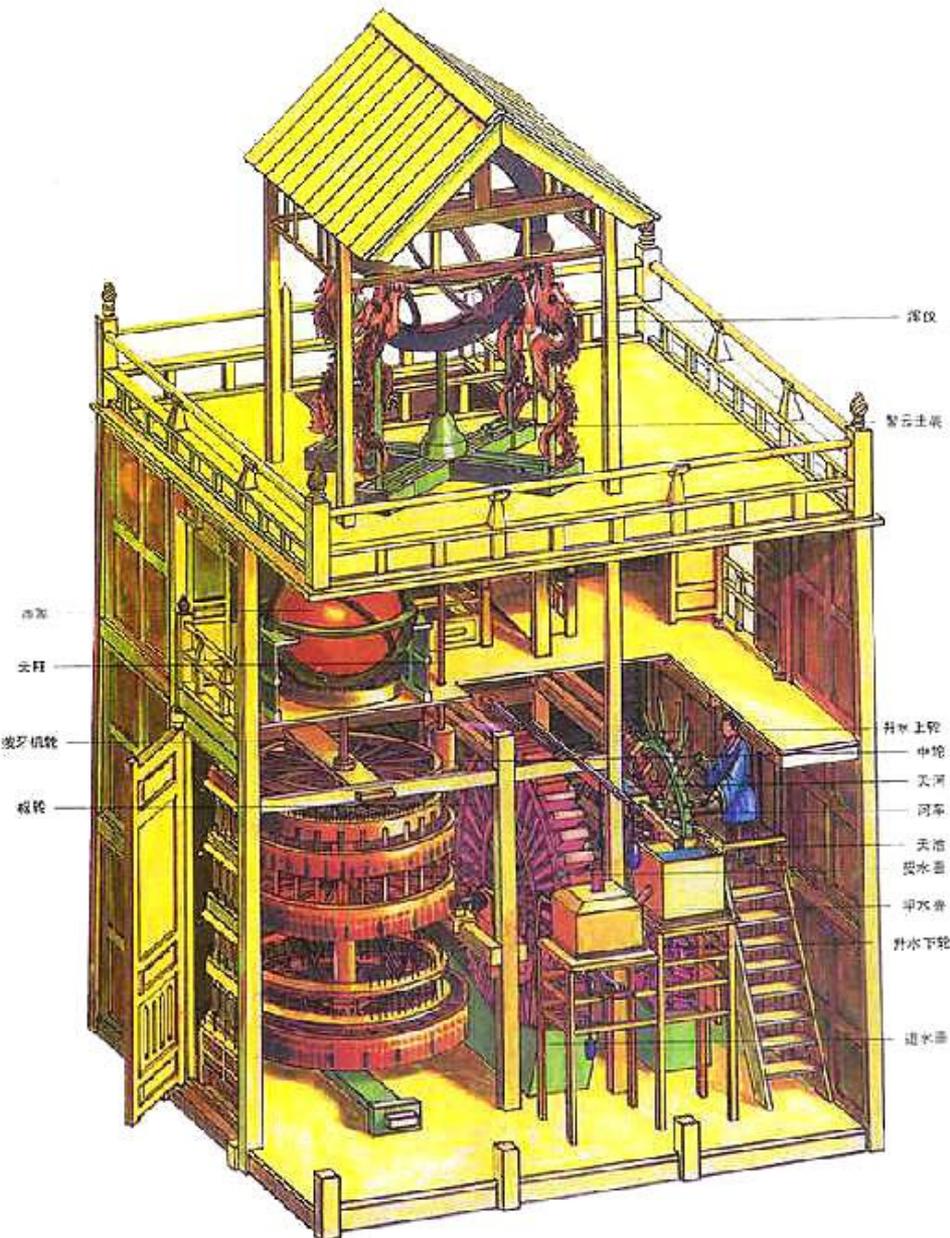
L'horloge de Yi Xing (8^{ème} siècle)

L'horloge de Su Song (11^{ème} siècle)

Toutes ont disparu.

Une seule est bien **documentée**, celle de Su Song.

L'horloge astronomique de Su Song



Construite vers l'an mille

Entraînement par **roue à godets**

Globe céleste

Sphère armillaire

Affichage du **temps**

Le « Xin yi xiang fa yao »

新儀象法要

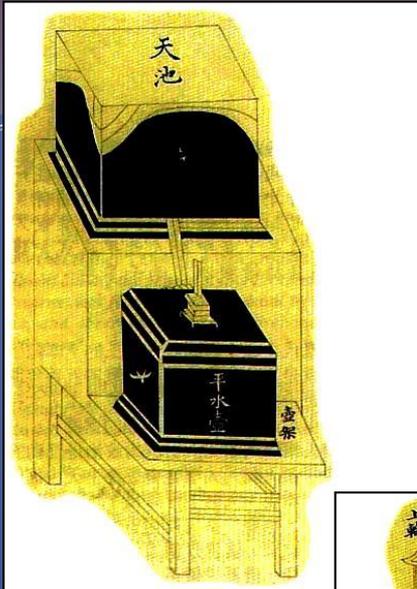
L'horloge n'existe plus; mais il nous reste un traité qui la présente en détail.

Par chance, ce document comprend de nombreuses illustrations

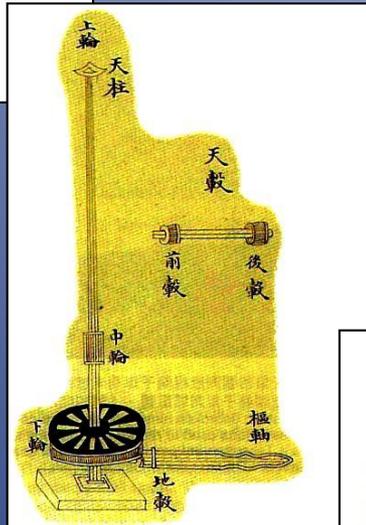
右昇水上下輪各一直徑各五尺六寸上輪與河車同貫一
 軸軸末南寄天梁下橫枕上正中北寄臺腹木閣機枕上為
 杖手柱載之木闊高七尺一寸長七尺三寸闊二尺五寸上
 布板面板而南下立木柱二北寄臺枕上使人

置樞梁下橫枕正中北亦為杖手柱載
 板上昇水上下壺各一上壺長七尺四
 高二尺三寸中一尺五寸下壺長七尺
 二尺一寸並在二輪下以承輪天河在
 上輪水下壺南為水竅與退水壺竅相
 下輪俱轉河車與上輪俱東向即下輪
 發昇水下壺水右上入昇水上壺昇水
 左入天河注入天池

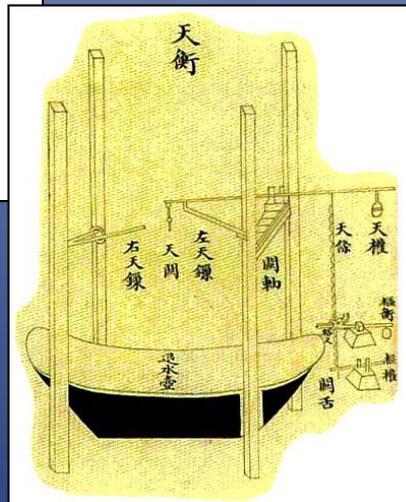
Schémas nombreux



Les vases des clepsydres

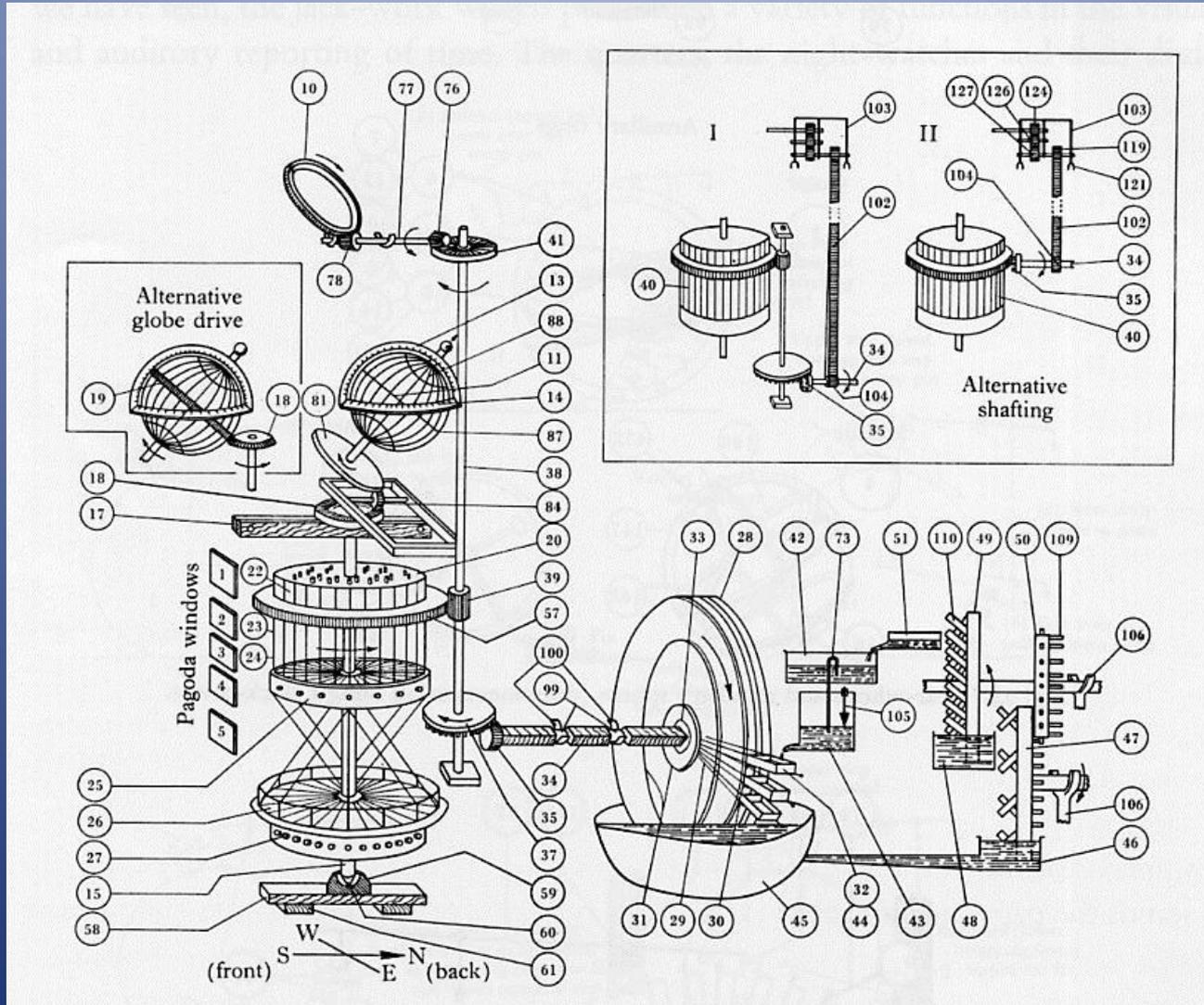


Les trains d'engrenages



Les mécanismes

Reconstitution d'un ancien mécanisme



Premier exemple d'échappement

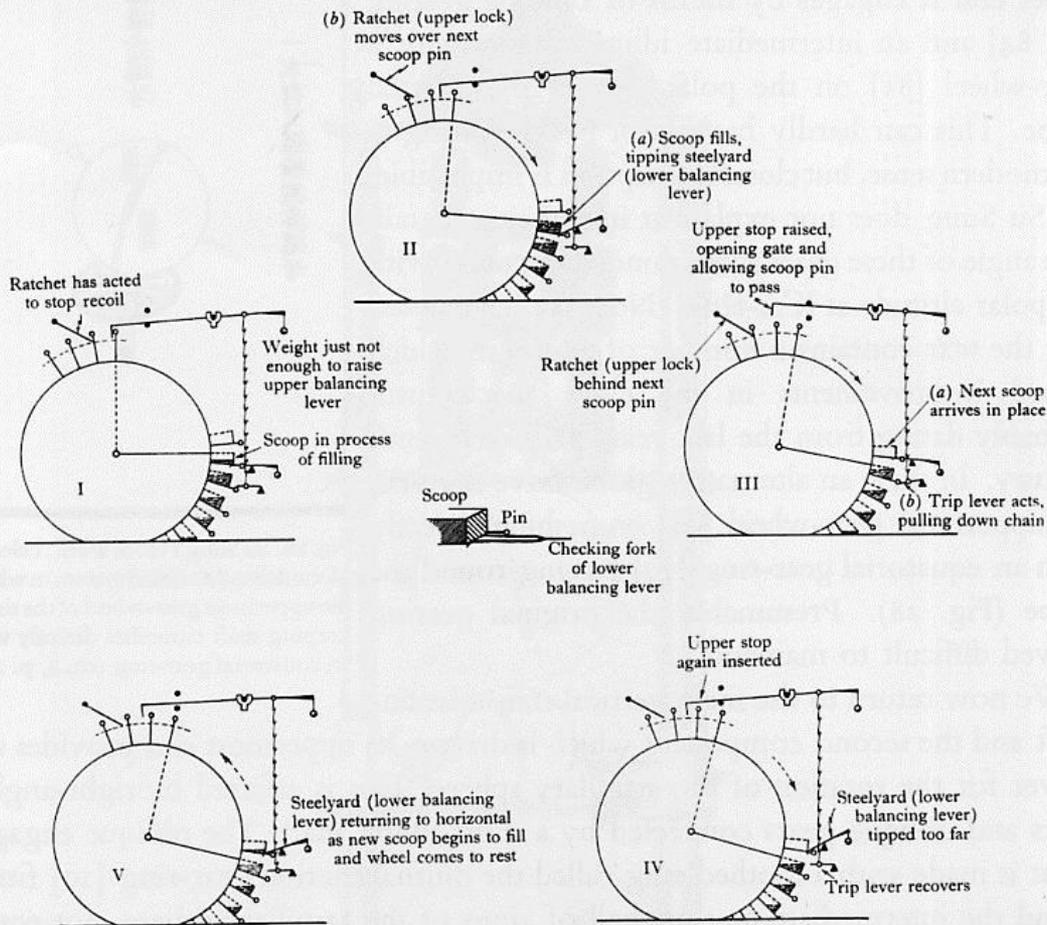


Fig. 26. Stages in the escapement cycle of Su Sung's clock.

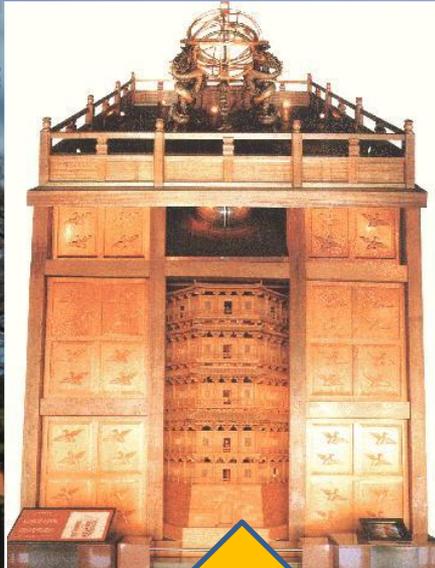
Les ingénieurs qui travaillaient sous la direction de Su Song avaient parfaitement compris la nécessité de réguler la vitesse de la roue à aubes.

C'est le premier exemple connu de mécanisme de blocage des roues à intervalles de temps réguliers.

multiples reconstitutions



Japon



Taiwan



Chine



Le modèle réalisé à Taiwan fonctionne avec une incertitude de 100 secondes sur 24 heures



Reconstitution à l'échelle 1 en Chine

也是苏颂最重要的创新点

Un exemple de débat entre historiens des sciences et des techniques

« Les Chinois ont-ils inventé l'échappement à ancre? »

Oui, dit Joseph Needham. L'invention vient de Chine et a été transmise en Europe.

Non, disent la plupart des spécialistes de l'horlogerie. La régulation du mouvement inventée par Su Song utilise la même source d'énergie que le mouvement principal de l'horloge. C'est différent du principe des horloges à balancier ou à quartz.

L'arrivée des jésuites



Matteo Ricci (1552-1610)

Longobardi (1565-1655)

**Johann Adam Schall von Bell
(1591-1666)**

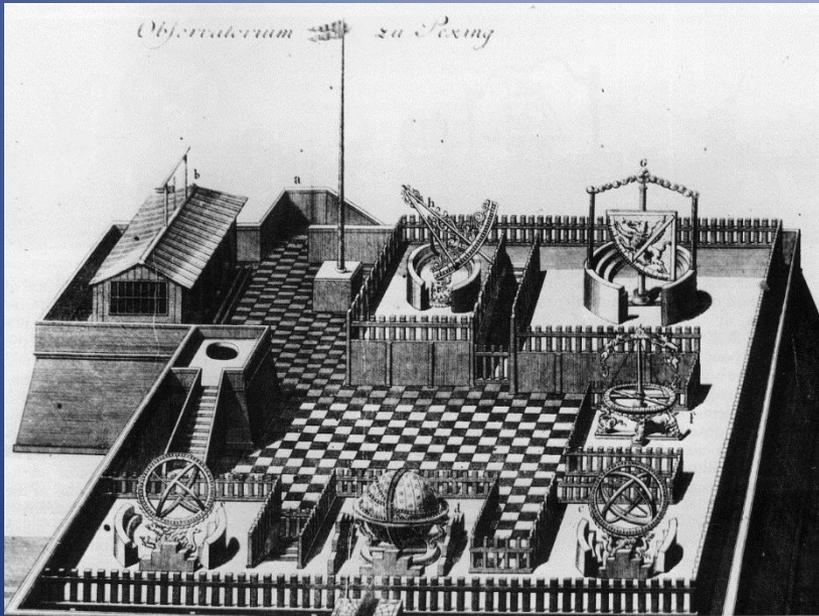
Ferdinand Verbiest (1623-1688)

**Les récits des Jésuites
passionnent l'Europe:**

**« Lettres édifiantes et
curieuses... »**

**Travaux du Père Gaubil...du Père
Verbiest...**

Les jésuites, l'astronomie chinoise et le calendrier



Observatoire de Pékin construit de 1669 à 1674 sous la direction du Père Verbiest

Les jésuites vont pratiquer la méthode de « l'accommodation », s'immerger dans la culture du pays à convertir. Ils prendront la tête du Bureau de l'astronomie. Le Père Verbiest deviendra un familier de l'Empereur.

Mais la diffusion d'un certain nombre d'idées scientifiques européennes (en particulier pour le calendrier) n'est pour eux qu'un moyen d'accéder au plus haut niveau de la hiérarchie afin de convertir l'Empire au catholicisme.

Les jésuites vont faire connaître la Chine en Europe



Série de dix tapisseries Beauvais-(env.1700)

Une séance d 'astronomie à la cour de l 'Empereur (ère Kangxi)

Un cadran solaire de type nouveau



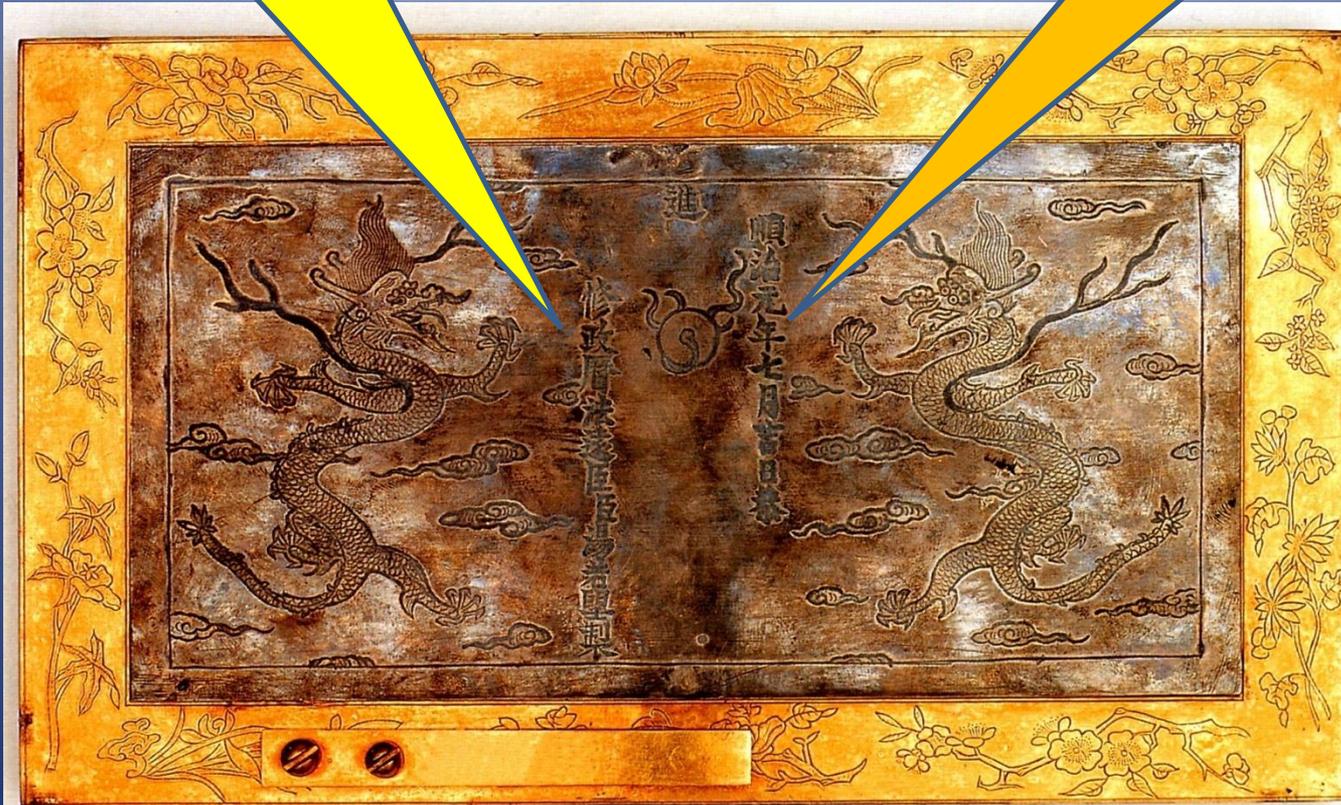
23,1cm x 14,7cm x 17cm

Cadran réalisé en Chine sous la direction de Tang Ruowang (Schall von Bell) – Ce cadran innove tout en respectant le système chinois. C'est un bel exemple d'«accommodation ».1644

La face inférieure

Réalisé par Tang Ruowang (nom chinois de Schall von Bell)

7^{ème} mois de la première année de l'ère Shunzhi (1644)

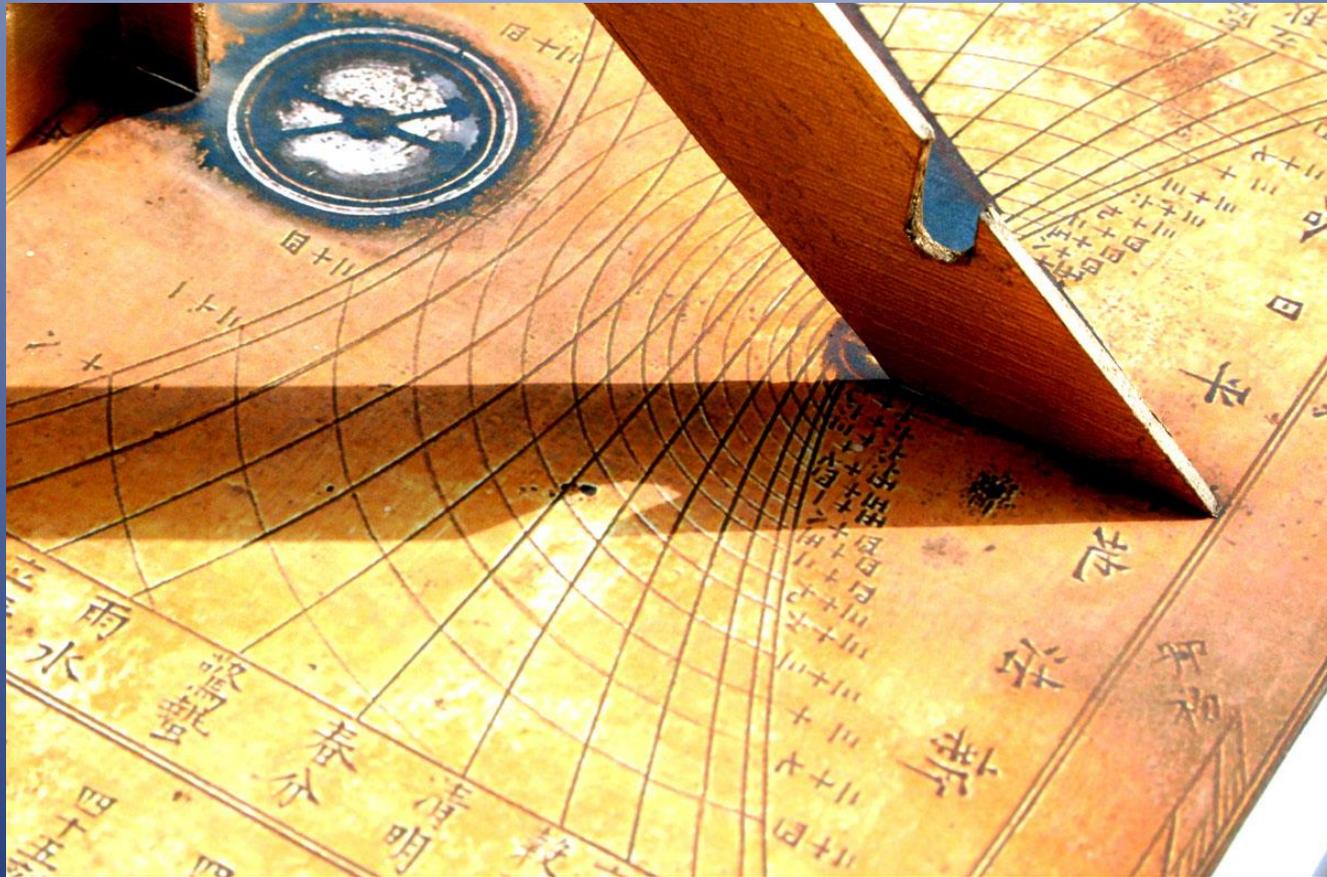


La face supérieure



Plateau entièrement adapté aux divisions chinoises du temps
24 *jieqi* de l'année, 12 *shi* de la journée...

Un essai au soleil toulousain !



Cadran lunaire



9^{ème} année de l'ère Qianlong
(1744)



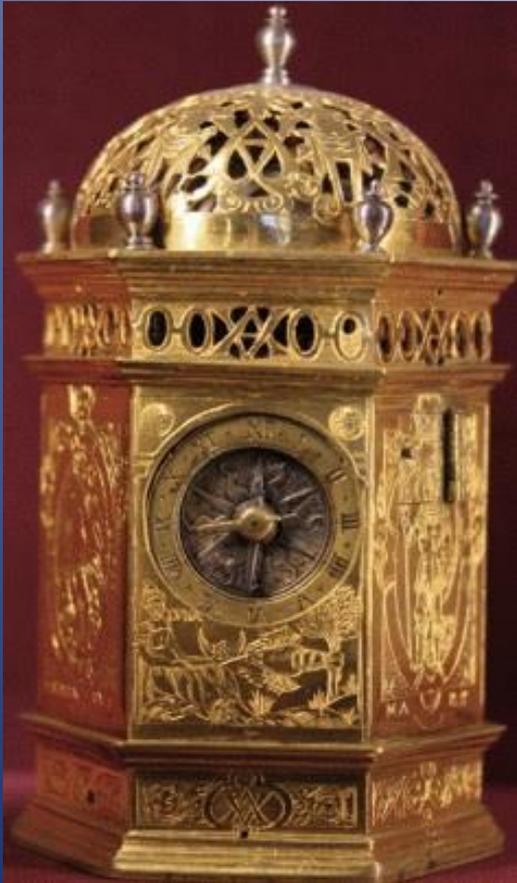


Nocturlabe chinois

**Améliorations astucieuses
d'un modèle allemand pour
faciliter la visée**

**Adaptation au découpage
chinois de l'année et de la
journée**

L'arrivée de l'horloge mécanique

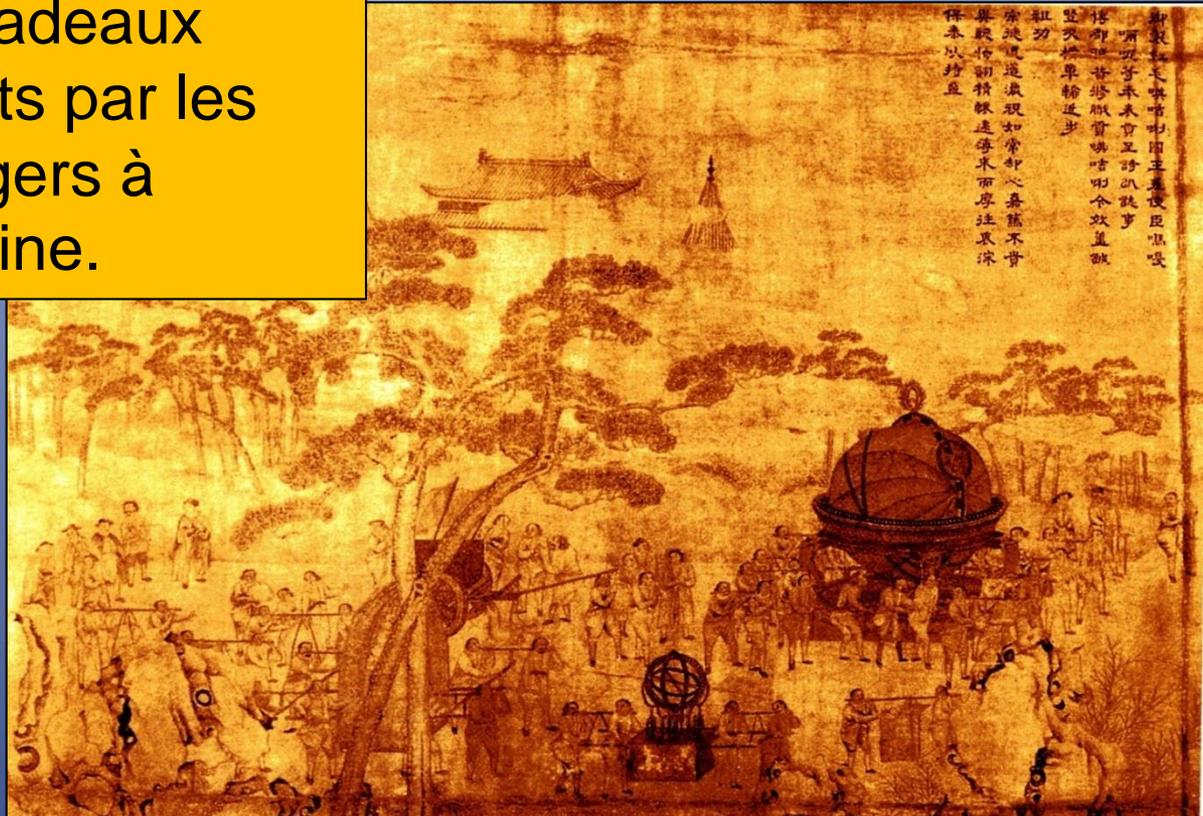


Matteo Ricci arrive en Chine avec quelques objets: une Vierge à l'Enfant, un planisphère et deux horloges mécaniques. Ces dernières impressionnent beaucoup les Chinois. C'est une horloge qui sonne l'heure, mécanisme inconnu en Chine.

En fait, les horloges mécaniques de la fin du seizième siècle sont peu précises.

Cadeaux horlogers et astronomiques

Horloges, sphères armillaires deviennent des cadeaux traditionnels offerts par les émissaires étrangers à l'empereur de Chine.



En 1793, l'Ambassadeur Macartney offre à l'Empereur Qianlong une sphère Céleste et d'autres instruments (horloges, automates...)

Les collections d'horloges de la Cité Interdite

Horloges anglaises...



Horloges anglaises (Williamson, Cox,...) avec automates

14^{ème} année de l'Ere Qianlong (1749)



Fabrication chinoise

Horloge et automates:
Les personnages du
haut sonnent les quarts
d'heures et les heures.

Les automates du bas
présentent des scènes
animées et jouent une
musique : les huit
Immortels offrent un
cadeau.

Guangzhou



Ateliers d'horlogerie en province

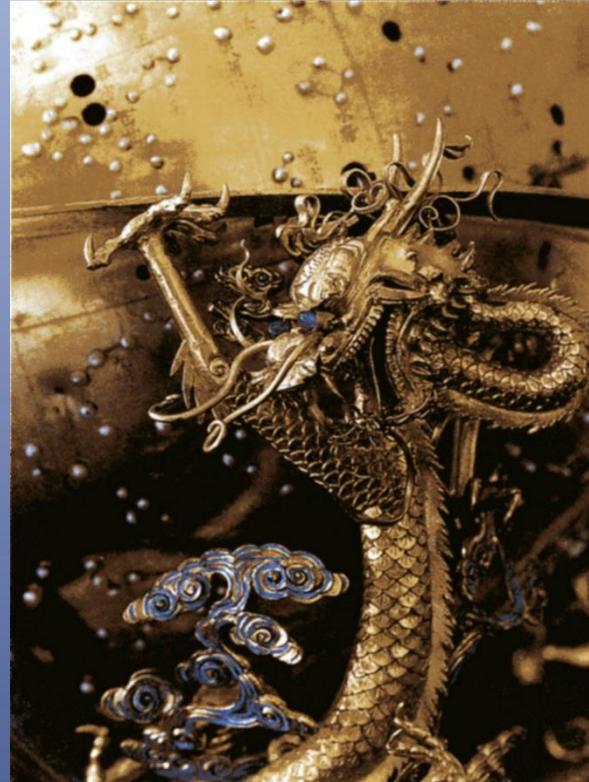
Suzhou



*Cadeau d'un officiel des douanes
de Guangzhou à l'Empereur
Qianlong pour son 70^{ème}
anniversaire (1781)*



Œuvre d'horlogers français...



Mesure du temps ou orfèvrerie ?

Catholiques et protestants

Alors que les Jésuites, catholiques, ne peuvent diffuser largement les idées coperniciennes, les instruments envoyés par l'Angleterre sont héliocentriques, tels ce planétaire relié à une horloge.



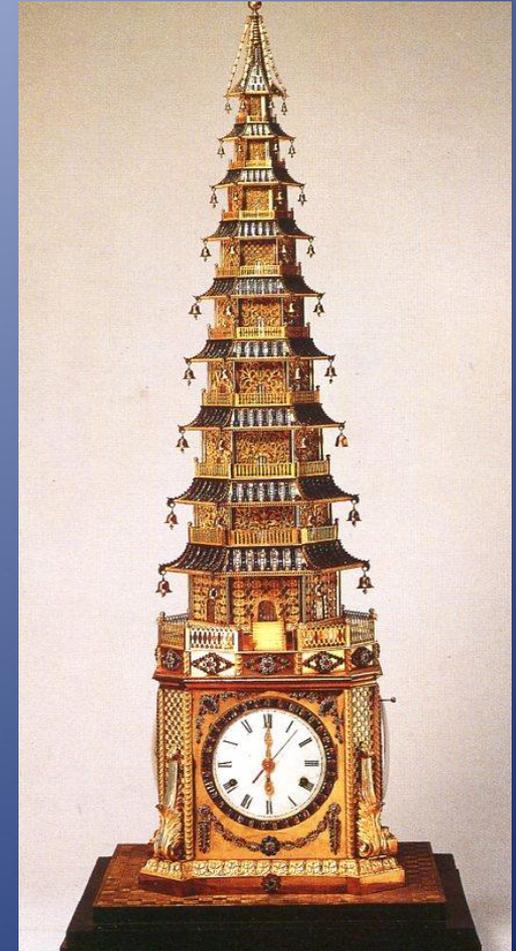
Hauteur: 1,69 m



Chinoiseries et pastiches



Contrairement à ce que l'on pourrait croire, ces deux horloges sont de fabrication anglaise !
La mode de la chinoiserie s'étend à toute l'Europe.



Le sort des collections impériales

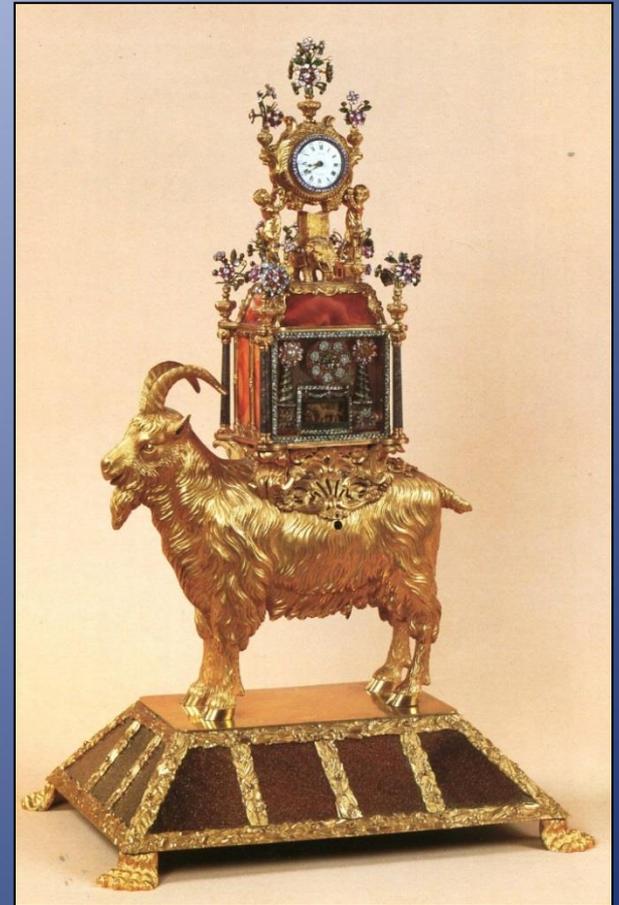
Deux évènements dramatiques vont sceller le sort des collections impériales:

Le Sac du palais d'Eté (octobre 1860)

La guerre des Boxers et l'intervention des huit puissances (1901)

Le pillage et le vandalisme ont fait disparaître des milliers de pièces.

Cette horloge anglaise signée Cox, réapparue dans les hôtels des ventes en Angleterre est probablement une des horloges offertes à la Chine au 19^{ème} siècle et ramenée en Angleterre lors des pillages de l'intervention des huit puissances (Source: Michel Beurdeley)





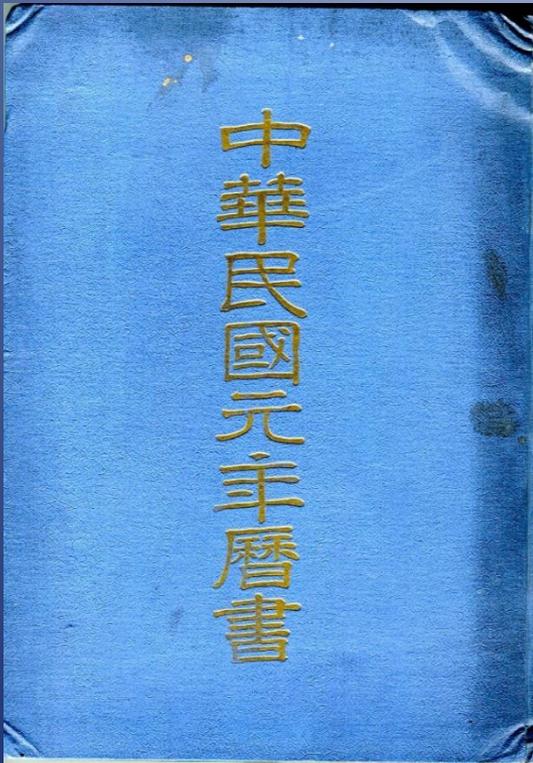
Ateliers de restauration
du Musée du Palais à
Pékin.

Foule pékinoise se
pressant à une
exposition d'horloges
et d'automates



Vers la Chine moderne

L'évolution du calendrier



Le premier almanach grégorien de la République de Chine (1912)

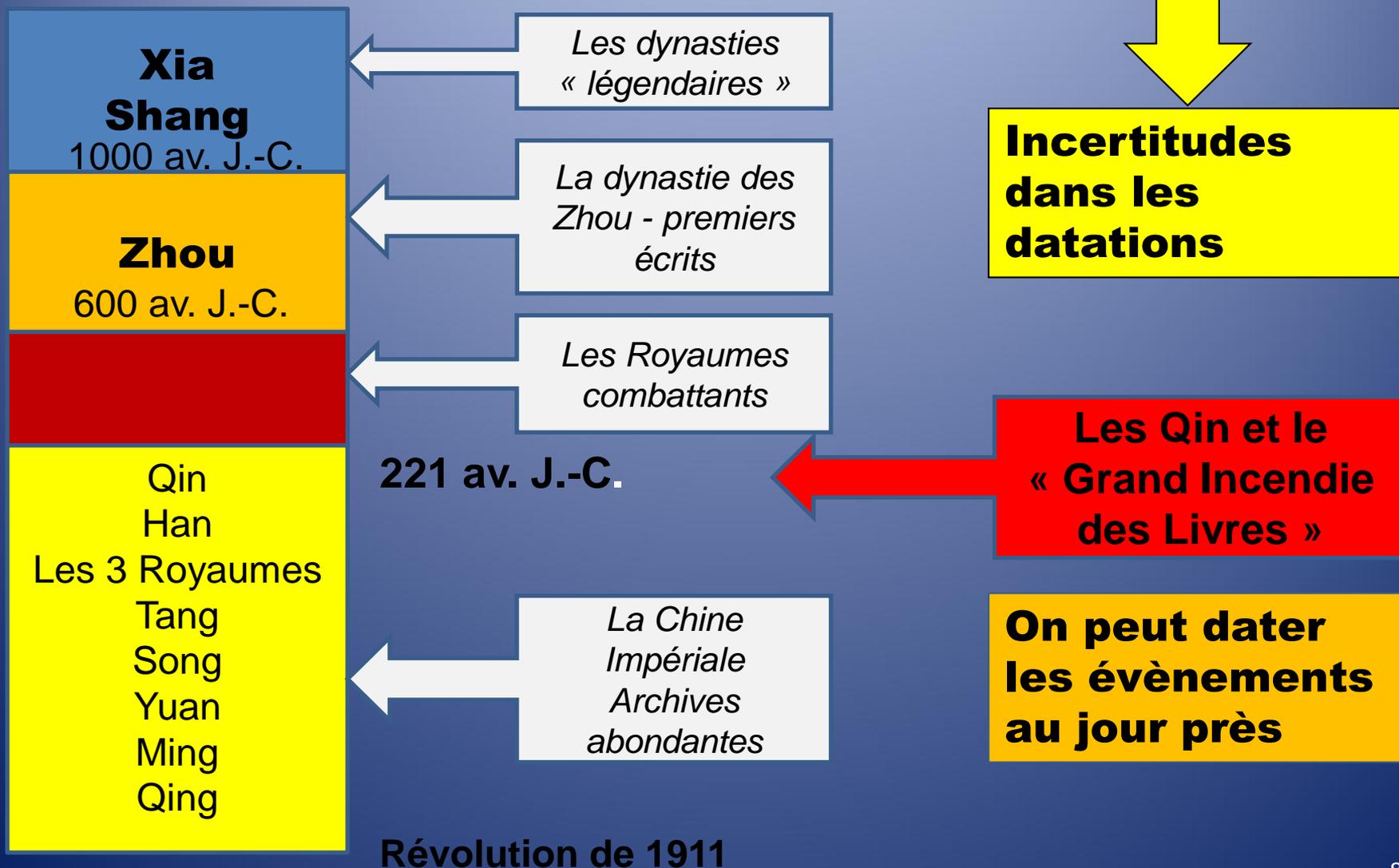
Suite à la Révolution Républicaine de 1911, la jeune République de Chine adopte le calendrier grégorien et nomme les années « an 1 », « an 2 » de la République, etc...à partir de 1912. Le République populaire de Chine adoptera les numérotations d'années de l'ère chrétienne (appelée « ère commune »).



Que reste-t-il des systèmes traditionnels?

- Le cycle de 60 ans est mentionné par écrit ou dans des noms d'évènements historiques (« *Xinghai geming* » - la Révolution de 1911). Il figure sur les calendriers, les journaux mais n'est guère utilisé dans la vie courante.
- Les divisions du jour en 12 « *shi* » et de la nuit en veilles « *geng* » ne survivent plus que dans quelques expressions.
- Les 24 divisions de l'année solaire et le calendrier luni-solaire sont **toujours en usage**.

La conquête du temps historique



Le problème de la chronologie chinoise



La Chine mentionne souvent ses « 5000 ans d'histoire ». En fait la chronologie précise remonte à 841 avant J.-C. avec des incertitudes, en se référant à l'ouvrage de l'historien Sima Qian.

Les périodes antérieures sont reconstituées par l'interprétation de récits historiques légendaires, par des **fouilles archéologiques** et par des recoupements avec des **phénomènes astronomiques**.

La datation précise des événements permet de reconstituer un véritable **roman national**.

↓
Chine impériale

La petite phrase qui a tout déclenché

懿王元年天再旦于郑

Yi Wang yuannian tian zai dan yu Zheng

« La première année du règne du roi Yi, une double aube s'est produite à Zheng »

Cette phrase est tirée des « *Annales de bambou* », texte reconstitué à la fin des Qing d'après les commentaires écrits sur un original depuis longtemps perdu.

Cette chronique qui relate les événements survenus depuis les périodes légendaires ne cite que 8 phénomènes astronomiques

.

La phrase dans son contexte

Cette page est tirée d'un célèbre et volumineux traité d'astronomie et d'astrologie vieux de 1200 ans écrit par un Indien qui dirigeait le bureau d'astronomie.

Ce dernier avait accès à des originaux aujourd'hui disparus.

天鏡曰天裂而言如其言天裂見牛馬豕天下憂汲

冢紀年書曰懿王元年天再啟於鄭晉穆帝升平五年

天裂有聲又有天裂見其流水馬人

天變色

洪範傳曰天忽變色是謂易常天裂見人兵起國亡天
鳴有聲至尊憂且驚皆亂國之所由生也 天鏡曰天
忽變色四夷來侵不出八年有兵

天鳴

Explication du phénomène



Une éclipse de Soleil se produisant à l'horizon ou légèrement sous l'horizon donne à l'observateur la curieuse impression d'une première aube (avant l'éclipse), d'un assombrissement du ciel (pendant l'éclipse) puis d'une seconde aube.

Le phénomène a une explication évidente quand on connaît le principe des éclipses. Il n'en allait pas de même lorsque l'on ignorait comment se produisaient les éclipses. L'aube double était alors considérée comme un phénomène curieux et inexplicable.

Petit historique

Dès 1944, Liu Chaoyang suggère que le phénomène, décrit de façon succincte par cette courte phrase, est du à une éclipse se produisant près de l'horizon.

Le phénomène a déjà été observé en d'autres lieux et en d'autres temps.

Angleterre, 14 mai 1230: « ...à l'étonnement de tous, le ciel retrouva sa lumière habituelle... »

Russie, 25 février 1476: « de nouveau, Dieu nous redonna la lumière comme avant. »

Le projet de datation Xia-Shang-Zhou

En **mai 1996**, un projet national de datation des anciennes dynasties (*Xia*, *Shang* et *Zhou*) est lancé, mettant en œuvre toutes les ressources modernes.

Le projet fut mené par 44 groupes de travail dont 12 travaillaient sur les méthodes astronomiques:

éclipses

positions remarquables des astres

études des calendriers...

Les **éclipses** et les **conjonctions planétaires**, interprétées comme des signes importants, étaient notées dans les chroniques historiques.

Les premières conclusions des groupes de travail furent publiées en 2000 et font l'objet depuis de publications régulières.

Une campagne d'observation

A l'occasion de l'éclipse du 3 mars 1997, une campagne d'observation fut organisée dans le nord de la province du Xinjiang, près des frontières du Kazakhstan et de la Mongolie.



Soixante personnes réparties sur dix-huit sites d'observation ont fait parvenir trente-six rapports qui ont confirmé les études théoriques sur la luminosité du ciel.



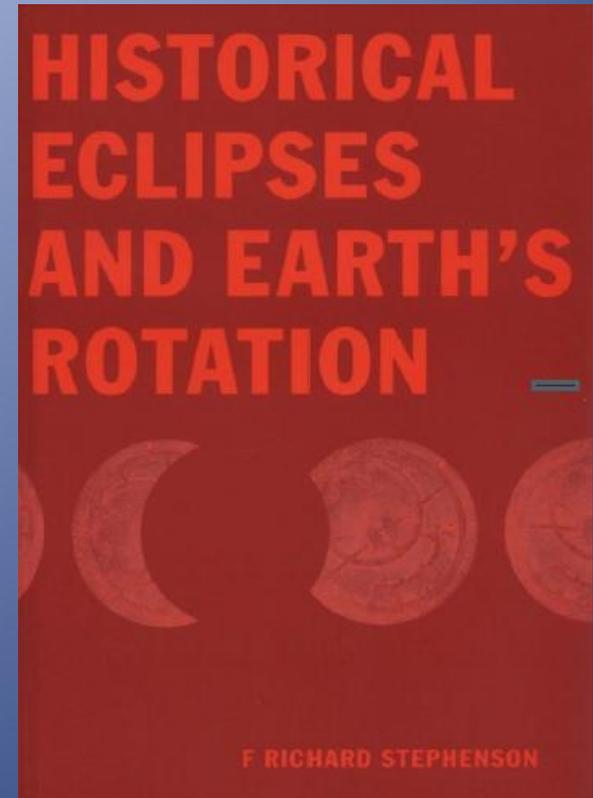
Les incertitudes sur les dates

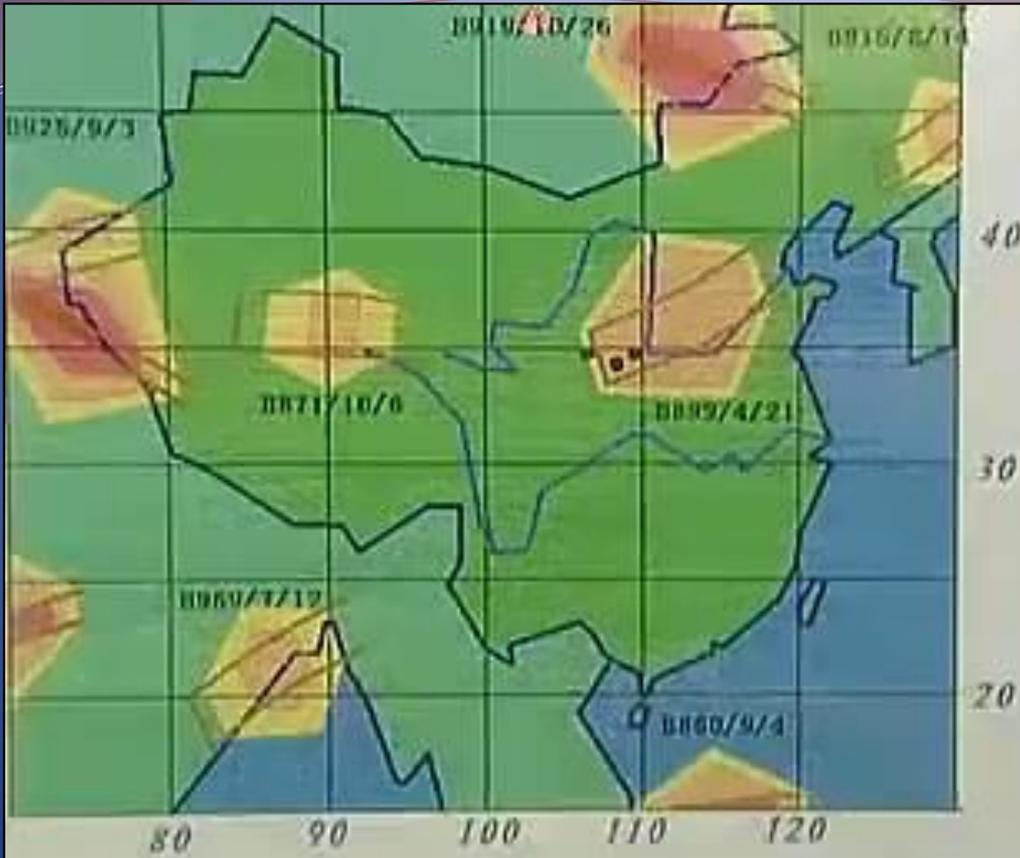
L'incertitude vient terme ΔT (différence de temps) dont une estimation était déjà présente dans le Canon des Eclipses d'Oppolzer.

Problème complexe faisant intervenir deux termes à prendre en compte:

- La longitude de la Lune
- Les variations de la rotation terrestre

Les estimations de ces termes font intervenir des calculs astronomiques et des recherches de témoignages historiques (Stephenson et Morrison)





Document en provenance de l'Observatoire de Beijing

En tenant compte des travaux les plus récents sur ΔT , les différentes éclipses qui se sont produites entre 969 et 860 av.J.-C. sont ensuite reportées sur une carte de Chine.

Les incertitudes sur le lieu (où donc est ce « Zheng »?) pèsent aussi sur le choix final.

Finalement, les spécialistes chinois donnent comme date l'année 899 avant J.-C. date 1^{ère} année du règne du roi Yi.

De proche en proche, les historiens peuvent reconstituer la chronologie de la dynastie des Zhou.

Controverses

L'utilisation des anciennes observations reportées par des documents anciens a toujours fait l'objet de controverses:

textes obscurs (un changement de ponctuation peut changer le sens!)

absence d'originaux (on possède des copies ...)

dates volontairement modifiées pour raisons astrologiques

localisation des observations incertaine

etc,etc...

Epigraphes, astronomes, historiens, archéologues doivent travailler de concert.

Le Professeur Richard Stephenson a émis des doutes sur les conclusions concernant l'aube double.

Les arguments de Stephenson

Les différentes versions du texte des « Annales de Bambou » peuvent laisser un **doute sur la validité des observations**.

L'éclipse était annulaire. On ne pouvait observer un phénomène d'aube double. Les tenants des conclusions de Liu Ciyuan préfèrent « glisser » sur le sujet.

D'après Stephenson, les deux seules observations historiques indubitables d'aubes doubles concernent des éclipses totales..

Les participants aux campagnes d'observation **étaient prévenues** de la nature du phénomène à observer.

Il y a enfin un **désaccord sur la valeur de ΔT** . Stephenson a réalisé des formules semble-t-il plus précises à partir des documents babyloniens qui infirment les conclusions chinoises.

Les résultats obtenus

(Bulletin de l'Académie des Sciences de Chine – 2002)

Les groupes de travail rendent compte des résultats obtenus en 2002 et une chronologie des anciennes dynastie est confirmée (les réticences du professeur Stephenson sont signalés dans les articles qui commentent les résultats)

A Survey of the Xia-Shang-Zhou Chronology Project*

1. Goals

In connection with the history of science, the Xia-Shang-Zhou Chronology Project is one of the important projects of the National Key Science and Technology Programme of the Ninth Five-Year Plan. It officially began in 1996 and is supported by more than 200 scholars and experts from the Chinese Academy of Social Sciences, Peking University and other institutions. The general goal of the project is to establish a chronology of combining the humanities and social sciences and natural sciences for different historical periods are:

mineral, as in table 3.

Table 3 Chronicle of the Western Zhou

King	Dates (BC)	Number of Years
King Wu	1046 — 1043	4
King Cheng	1042 — 1021	22
King Kang	1020 — 996	25
King Zhao	995 — 977	19
King Mu	976 — 922	55
King Gong	922 — 900	23
King Yi	899 — 892	8
King Xiao	891 — 886	6
King Yi	885 — 878	8
King Li	877 — 841	37
Gonghe ^①	841 — 828	14
King Xuan	827 — 782	46
King You	781 — 771	11

① It was a regency when a massive revolt had forced the King Li into self-exile.

The sexagesimal cycle was used in the calendar for the first year based on more than 10 astronomical records of that time made just seven days after the conquest of Shang. It confirms the results, 1046 B.C. and 1044 B.C., were determined by calculation. It presented an option of 1027 B.C.

第 19 卷 第 2 期 (专輯) 天文学进展
2001 年 6 月 PROGRESS IN ASTRONOMY

夏商周断代工程及其天文学意义

刘次沅

(中国科学院陕西天文台 临潼 710600)
(中国科学院国家天文台 北京 100012)

摘要

《夏商周断代工程》由文献、考古、古文字、碳 14 测年和天文学等方面专家组成，致力于推进我国早期年代学研究的发展。天文学在五皇联合、三代大火食、夏小正、禹伐三苗、甲骨文立天象、武王伐纣、天再旦、金文历谱、历法专题中起了主要或重要作用。天文方法确定的癸卯月食、武王伐纣和天文学结论而采用，成为夏商周年表的重要支撑点；铜器铭文中的月相记录是研究夏商周断代工程的重要依据。

隸社會

至春秋止,即公元前21世紀
前476年,約1600年。

姬西周 鎬京
姬東周 維也

易 ① 武王發 4 春秋
丁 ② 成王滿 22 (公元前770
—前477)
丙 ③ 康王釗 25
壬 ④ 昭王瑕 19 ① 平王宜臼 5
甲 ⑤ 穆王滿 55 ② 桓王林 2
丁 ⑥ 共王瓘 23 ③ 莊王佗 1
庚 ⑦ 懿王囂 8 ④ 釐王胡齊 2
甲 ⑧ 孝王闢方 6 ⑤ 惠王闞 2
己 ⑨ 夷王燹 8 ⑥ 襄王鄭 3
戊 ⑩ 厲王胡 37 ⑦ 頃王壬臣 1
丁 ⑪ 共和 14 ⑧ 匡王班 1
壬 ⑫ 宣王靜 46 ⑨ 定王瑜 2
甲 ⑬ 幽王宮涅 11 ⑩ 簡王夷 1
乙 (公元前1046
—前771, 共278年) ⑪ 靈王泄心 2
辛 ⑫ 景王貴 2
甲 ⑬ 敬王句 4

*Merci de votre
attention*



Sources

Nombreuses sources chinoises ou non:

Heavenly Clockwork – Joseph Needham, Wang Ling, J. de Solla Price

The History of Ancient Astronomical Instruments of China – Pan Nai

Timepieces of the Imperial Palace – Forbidden City Publishing House

Xin Yixiang Fayao – Su Song

Le calendrier chinois: structure et calculs (104 av.J.-C.-1644) –J.C. Martzloff

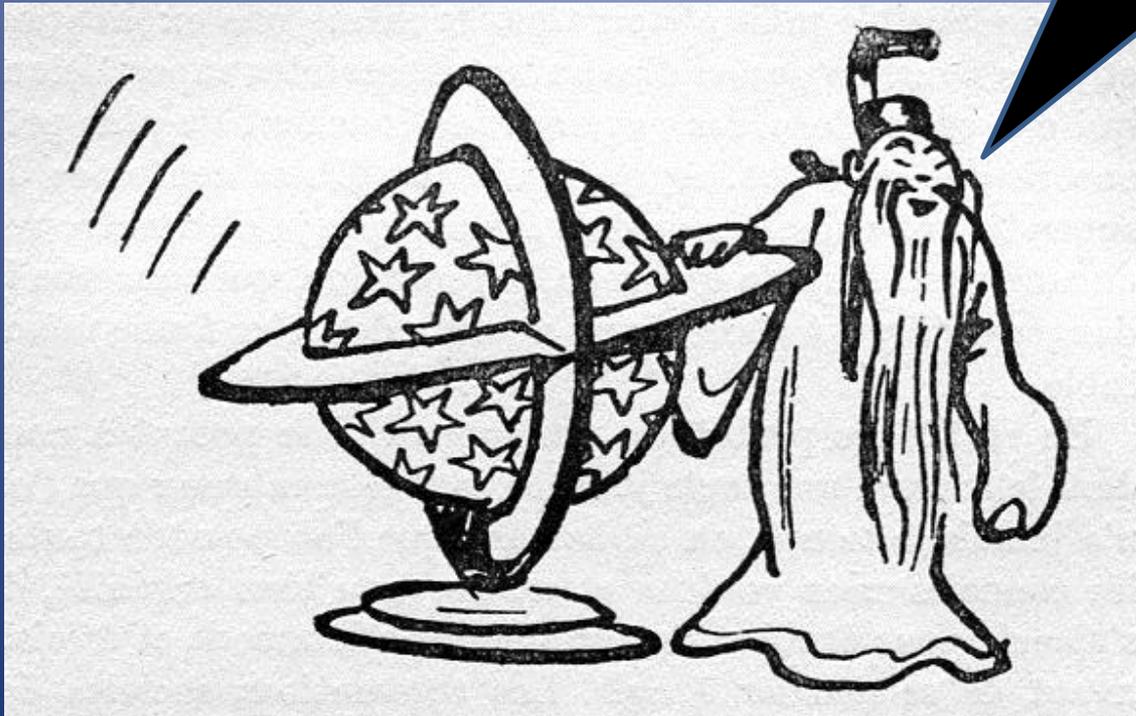
Etc...

Nombreux articles de revues diverses

Objets présentés:

Calendriers, documents originaux et maquettes

Merci de
votre
attention !



Les sources

L'étude de base:

LIU Ciyuan, LI Jianke, ZHOU Xiaolu : *Study on double dawn*, 1999

Autres articles:

LIU Ciyuan : *Astronomy in the Xia-Shang-Zhou project*, 2002

LIU Ciyuan, LIU Xueshun, MA Liping: *Examination of early Chinese record of solar eclipses*, 2003

PANG Kevin, YAU Kevin, CHOU Hung-hsiang : *Astronomical Dating and Statistical Analysis of Ancient Eclipse Data*, 2002

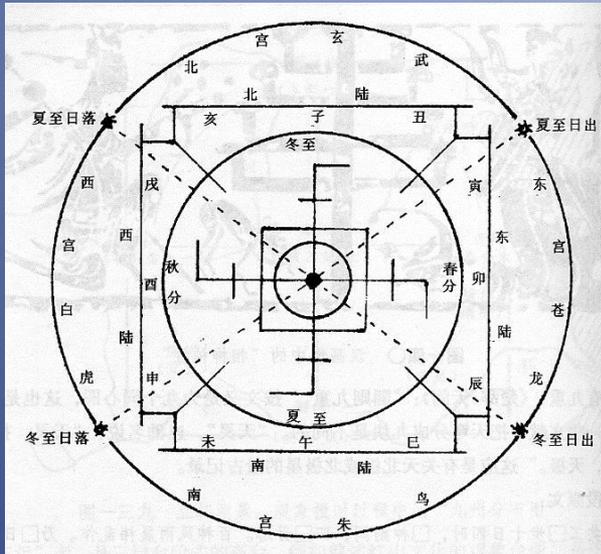
KEENAN Douglas : *Astro-historiographic chronologies of early China are unfounded*, 2002

PANKENIER David : *Caveat Lector – Comments on Douglas J.Keenan « Astro-historiographic chronologies of early China are unfounded »*, 2007

STEPHENSON F.Richard : *How reliable are archaic records of large solar eclipses?*, 2008

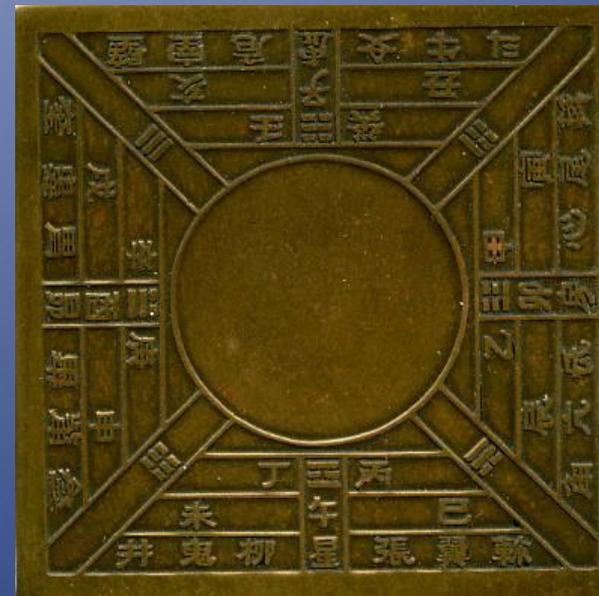
STEPHENSON F.Richard : *Historical eclipses and Earth's rotation*, Cambridge University Press, 1997,2008

Le cycle binaire



Objets, concepts vont par paires d'éléments complémentaires. Le principe yang (阳) est lié au Soleil et le principe yin (阴) est lié à la Lune.

Symétries de 2, 4 etc... avec élément central



Pour la mesure des cycles astronomiques, deux objectifs, deux types d'appareils

Cycle annuel : détermination du solstice

Appareil comportant le méridien matérialisé

Dispositif fixe

Dimensions standardisées, parfois importantes

Cycle diurne : repérage du moment de la journée

Cadran avec un simple style

Peut être mobile

Dimensions variables, parfois petites

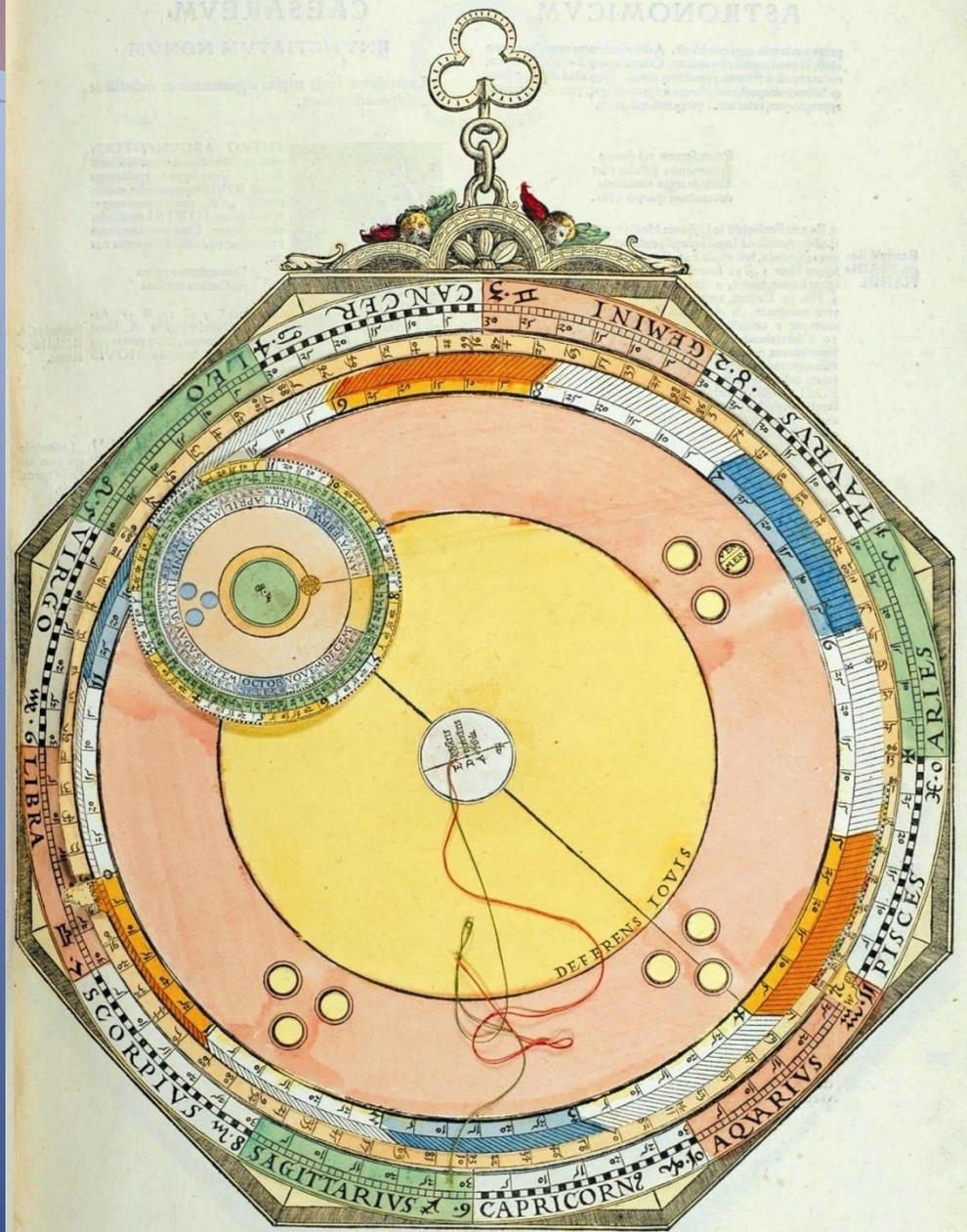
Parfois des préoccupations divinatoires

Un exemple
L'aube double du Roi Yi



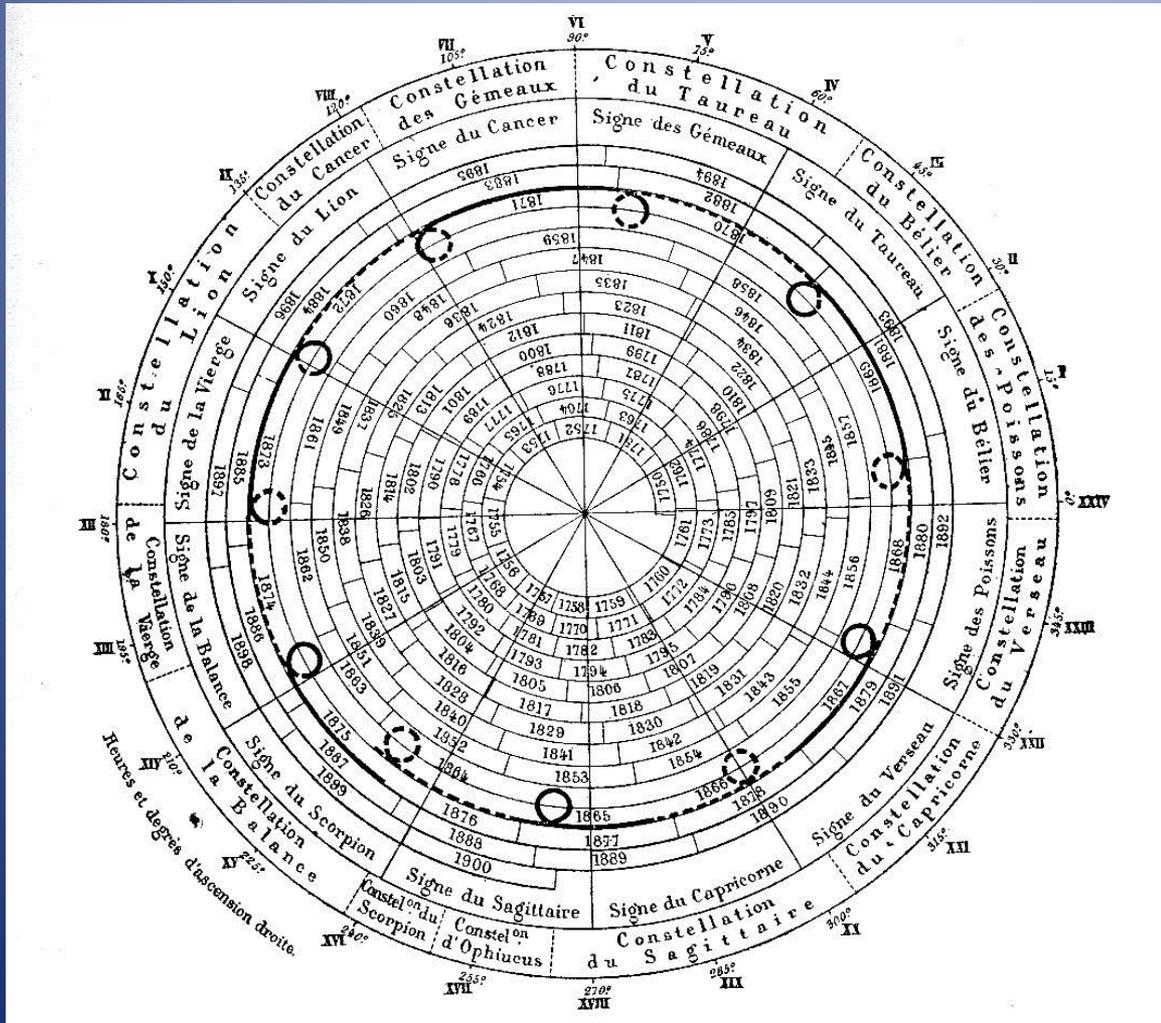
Calcul de la position de Jupiter

Volvelle de Petrus Apian (1540) tirée de son ouvrage « L'astronomie des Césars »



Les mouvements de Jupiter

Vus par Camille Flammarion



Dès la plus haute antiquité, l'observation du ciel a deux objectifs

La divination (astrologie d'état)

Le ciel est une sorte de reflet de l'activité humaine, une espèce de couvercle circulaire recouvrant une Terre carrée et plate. Tous les événements célestes sont des signes que l'homme peut déchiffrer. L'Empereur, « Fils du Ciel », est le garant de l'harmonie entre le ciel et l'empire.

Le calendrier

Le calendrier établi par un bureau reportant directement à l'Empereur est par sa précision la preuve du mandat céleste qui lie le ciel à la Terre par l'intermédiaire de l'Empereur. Le calendrier règle la vie de l'empire, en particulier la vie agricole.

Tout commence à Taosi...



Le site de Taosi se situe dans la province du Shanxi.
Mis au jour progressivement depuis les années 1950, ce site révèle une ville murée de 2,8km² et une structure semi-circulaire de 1000 m² découverte en 2003.
Cette structure qui rappelle Stonehenge possédait un mur percé d'une série de trouées en U ou en V.



Au centre a été mise au jour une plateforme d'observation d'où l'on pouvait viser les 11 piliers.

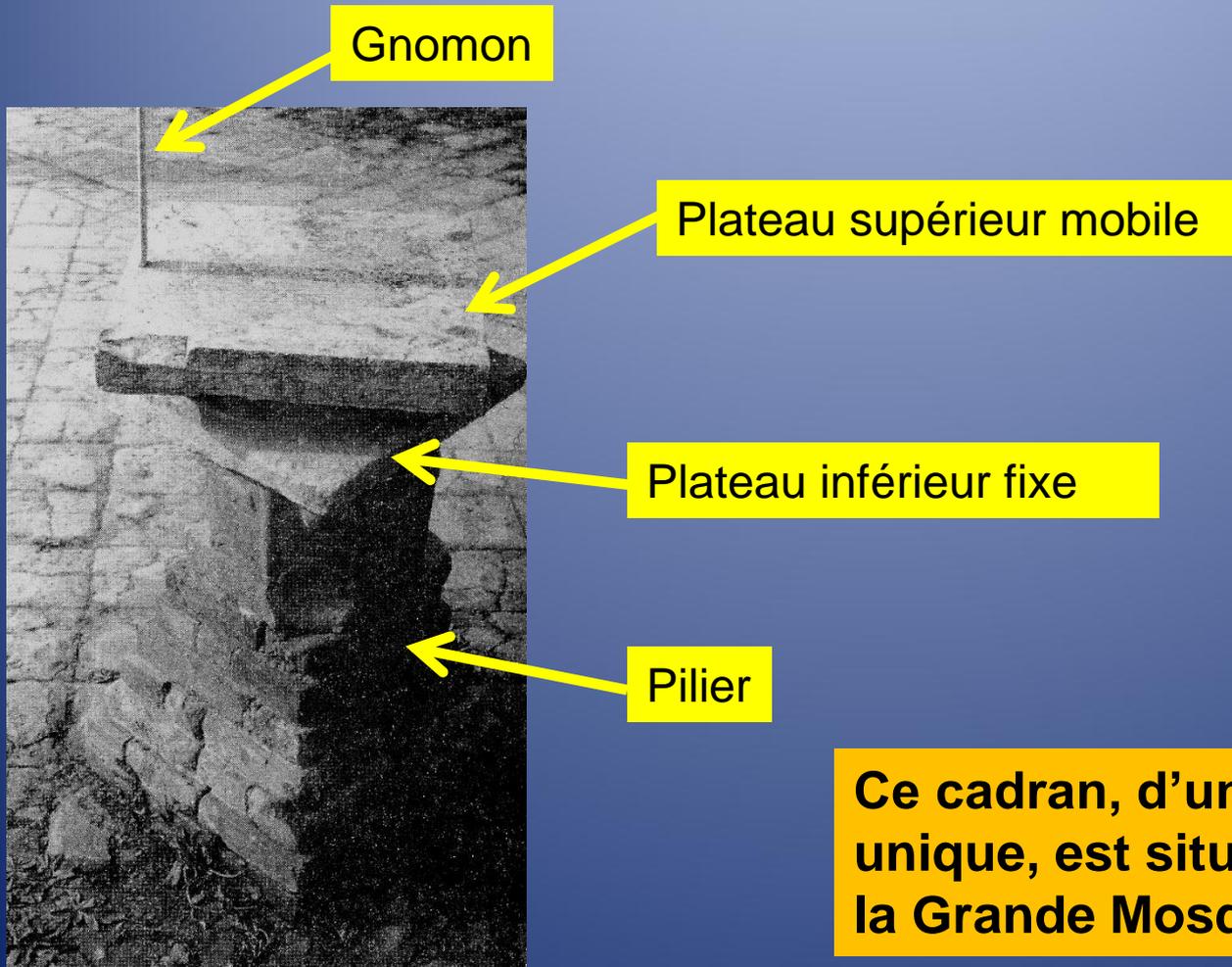


La reconstitution du site a permis de mettre en évidence le rôle des vides ménagés entre les piliers.

On détectait sur ce site les solstices d'été et d'hiver ainsi que les équinoxes.

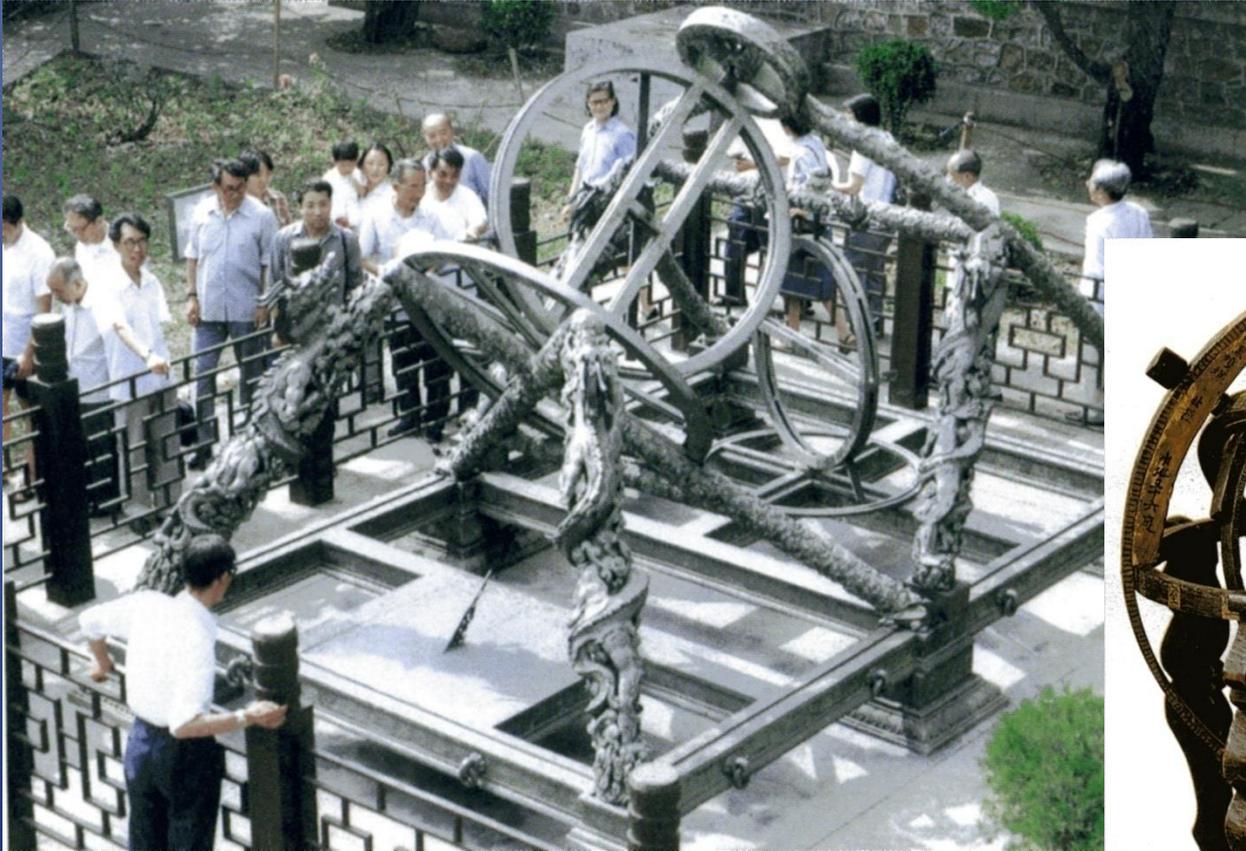
La datation du site (2000 ans avant notre ère) est en phase avec le texte ancien du Yao dian (尧典). Dès cette époque, les fondements de l'observation du ciel par les Chinois étaient en place.

Un cadran solaire à Xian



Ce cadran, d'une conception unique, est situé dans une cour de la Grande Mosquée de Xian

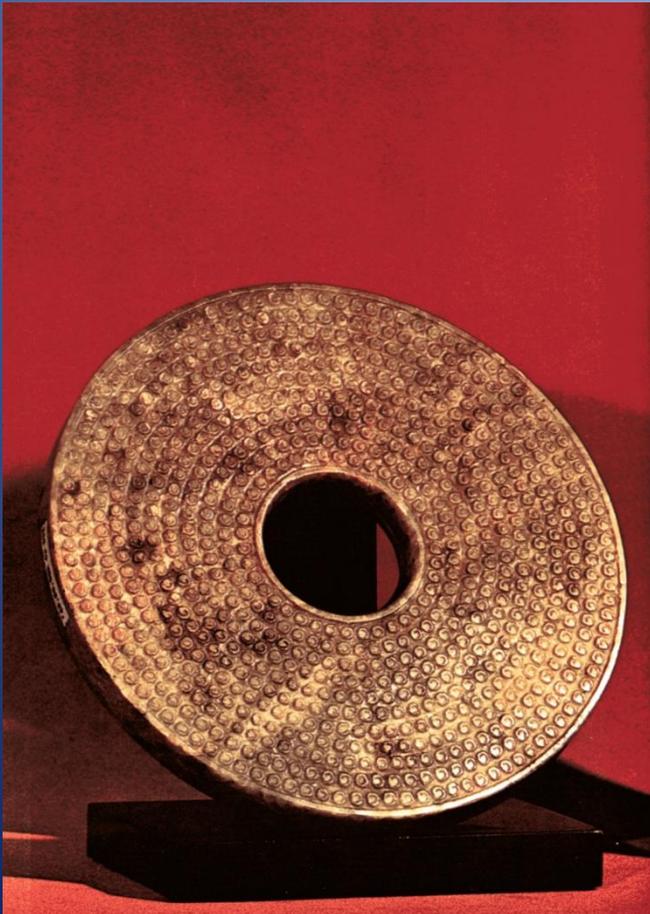
La sphère armillaire était l'instrument de base



Torquetum de Guo Shoujing



Jade ou pierre constituaient les matériaux des premiers objets symbolisant le Ciel et la Terre

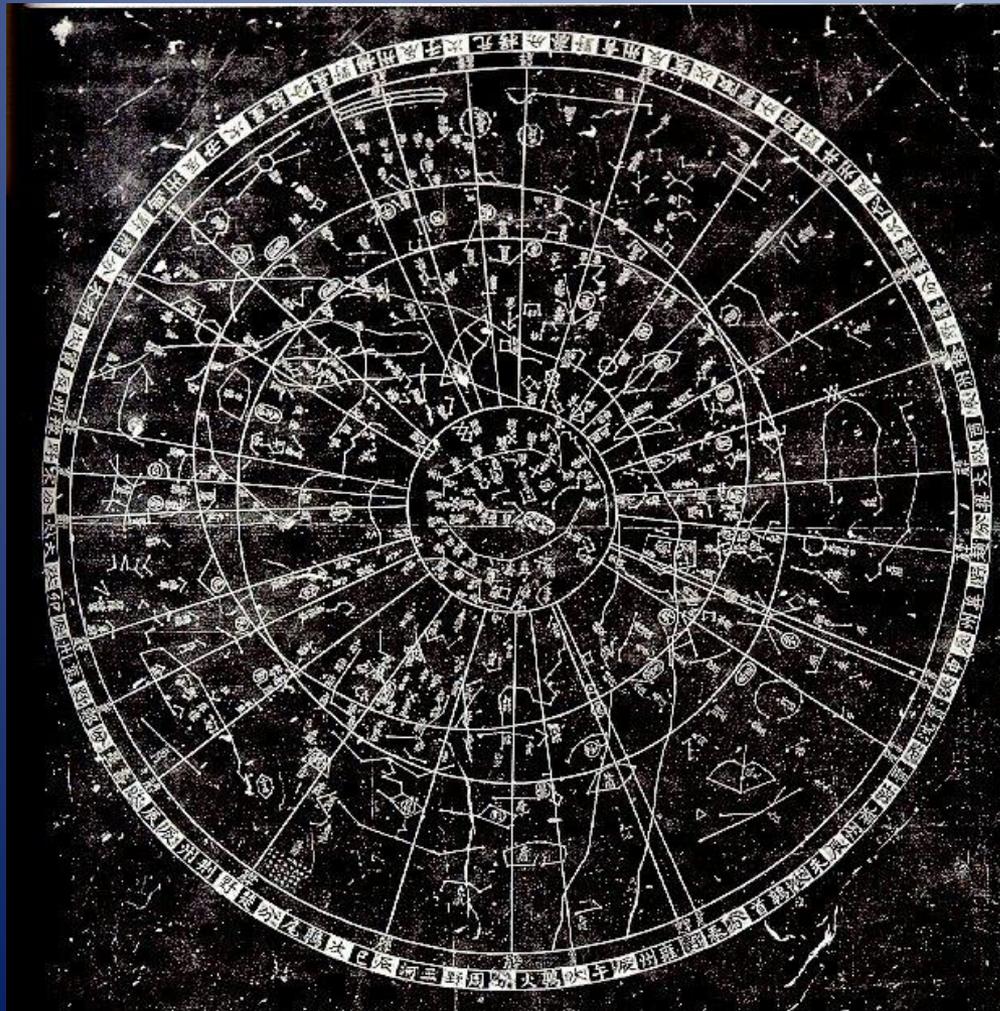


**Disque « Bi »
Epoque Shang
(env.1600 av J-C)**

**« Cong »
Epoque Shang
(env.1600 av J-C)**



Le cycle 28 – les 28 « xiu (宿) »



La voute céleste est divisée en 28 zones de dimensions inégales, les « maisons lunaires ».

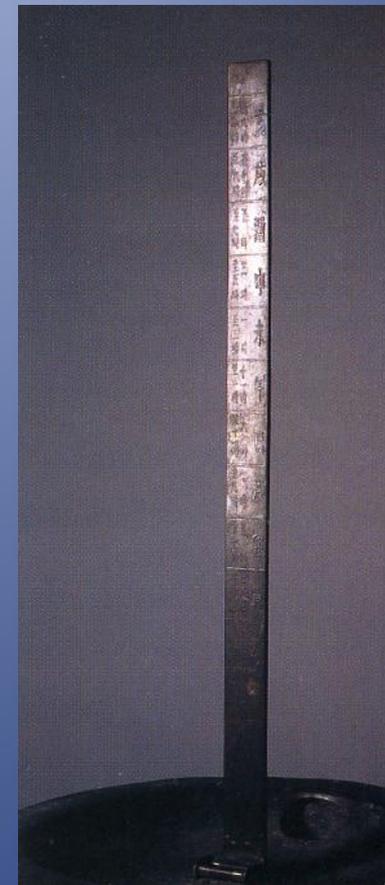
Les noms de ces zones ont servi dans l'antiquité à désigner les 28 jours du mois lunaire.

Un tel système existait aussi en Inde. L'inégalité des « xiu » reste un mystère.

Un exemple de vase récepteur en bon état

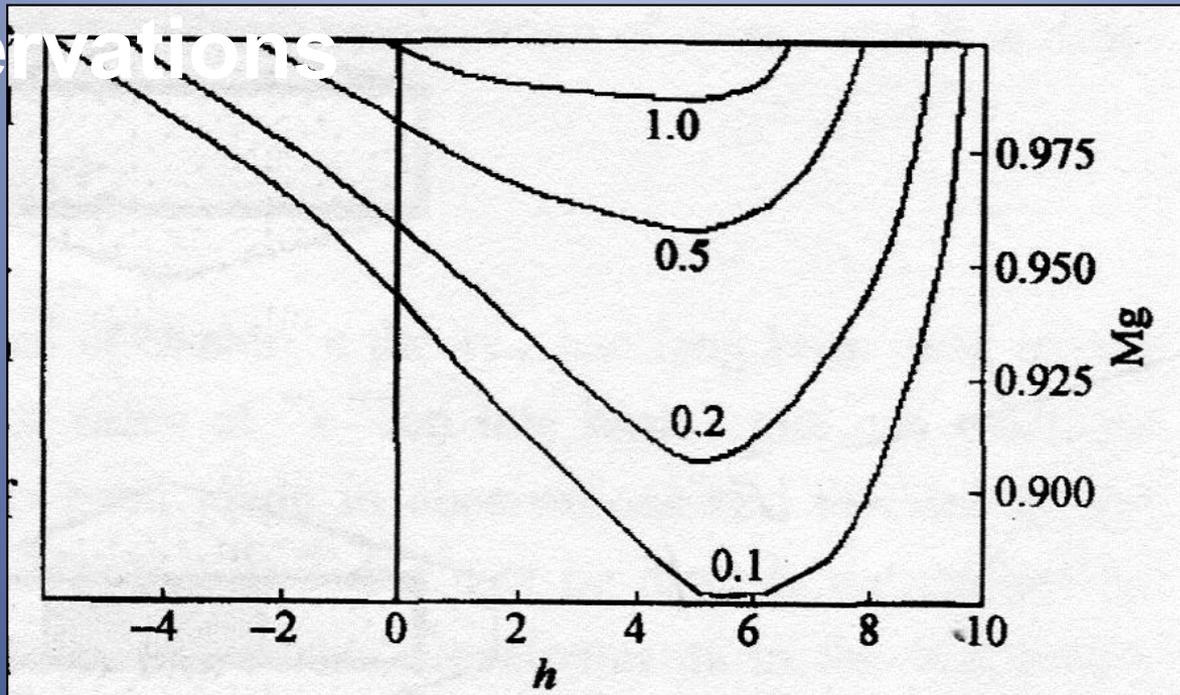


Tige flottante graduée



Vase récepteur de la clepsydre

Les résultats de la campagne d'observations



En abscisse, la hauteur du Soleil par rapport à l'horizon.
En ordonnée, la magnitude de l'éclipse.

On reporte les résultats de la campagne d'observations : de 0,1 (aube double à peine perceptible) à 1 (plus haut degré de l'aube double).