

# Zhang Heng 张衡

Astronome, mathématicien, ingénieur et poète chinois, Zhang Heng a vécu pendant la dynastie Han qui régna sur la Chine de 206 avant J.-C. à 220 après J.-C. Il est connu pour sa connaissance étendue des engrenages et de la mécanique, et pour avoir inventé le premier sismographe, ainsi que la sphère armillaire à énergie hydraulique pour représenter les observations astronomiques. Il a également perfectionné la clepsydre, et amélioré les calculs chinois de la formule du nombre  $\pi$ .

Riad HAIDAR, [haidar@onera.fr](mailto:haidar@onera.fr)



Zhang Heng (qui est parfois orthographié Chang Heng ou Tchang Heng) naît en l'an 78 dans la ville de Xi'e, localisée au nord de Nanyang, une des grandes villes de la province du Henan. Le Henan, au centre-Est de la Chine, est considéré comme le berceau de la civilisation chinoise avec plus de 3000 ans d'histoire. Zhang Heng est issu d'une grande famille. Son grand-père, Zhang Kan, a été gouverneur d'une commanderie et l'un des leaders qui ont appuyé la restauration de la dynastie Han par l'Empereur Han Guang Wudi.

Zhang Heng grandit donc sous la dynastie Han, pendant le règne de l'empereur Han Zhangdi qui a installé sa capitale à Luoyang. C'est une période de forte influence et de prospérité pour la Chine, avec l'essor de la route de la soie qui s'accompagne d'un développement des connaissances et des échanges intellectuels avec l'Inde, voire avec d'autres contrées encore plus éloignées. Sous le règne des Han, on invente le papier, on développe les horloges hydrauliques et les cadrans solaires, on tient à jour les calendriers... Mais en 88, c'est le décès du père de Zhang. Le jeune garçon est laissé aux soins de sa mère et de sa grand-mère. Il vient d'avoir 10 ans. Il est éduqué selon les préceptes du Confucianisme, et se rompt aux subtilités de la littérature chinoise.

Quelques années plus tard, Zhang quitte la demeure familiale pour poursuivre ses études dans les universités de Xi'an (la capitale de la province du Shaanxi) et de Luoyang, au plus proche du pouvoir. Il acquiert ainsi une très bonne connaissance des textes classiques, et se lie d'amitié avec plusieurs personnages importants, tels que le mathématicien et calligraphe Cui Yuan [78-143] ou les philosophes Ma Rong [79-166] et Fu [78-163]. À l'issue de ses études, à l'âge précoce de 23 ans, on lui propose des postes dans plusieurs officines gouvernementales, y compris au sein des prestigieuses *Trois Excellences* qui forment le corps des plus proches conseillers de l'empereur. Mais il décline ces propositions et décide de rentrer à Nanyang, avec le titre d'*Officier du Mérite*, travaillant comme maître des documents sous l'administration du Gouverneur Bao De.

À ce poste, il est responsable du recrutement local à l'office, ainsi que des recommandations pour les candidats qui briguent un office plus élevé à la capitale. Il consacre son temps libre à composer des poèmes, qui lui valent une grande renommée et une solide estime au sein de la haute société ; certaines de ses œuvres (le *Chou Shi* et le *Gui Fu*, notamment) font aujourd'hui partie du patrimoine culturel chinois. Lorsqu'en 111, Bao De est appelé à la capitale Luoyang pour servir comme ministre des finances, Zhang retourne dans sa ville natale de Xi'e et y poursuit son travail littéraire. C'est également à cette époque qu'il s'impose des périodes de retraite qui l'isolent de tout contact, et cours desquelles il entame ses premières réflexions sur de vastes sujets scientifiques, loin de ses préoccupations habituelles et sur des sujets aussi vertigineux que la nature de l'univers ou le calcul du nombre  $\pi$ . Mais c'est plus qu'un loisir, et Zhang Heng est loin de se comporter en amateur : dès 108, il met par écrit ses premiers résultats en astronomie et en mathématiques.

## Astronome impérial

Ses travaux sont remarqués par l'empereur Han Andi qui l'invite à se joindre à sa cour en 112, et le nomme Astronome Impérial en 115. Ce poste lui confère un prestige formidable. En effet, dans la Chine ancienne, l'empereur est supposé recevoir son droit de gouverner du ciel et c'est à l'astronome qu'il revient d'établir le lien entre l'empereur et les astres, notamment via la mise à jour et les réformes du calendrier en fonction des nouvelles observations astronomiques. En plus d'enregistrer les observations et présages célestes, de préparer le calendrier, et d'estimer les jours favorables (ou néfastes), Zhang est aussi chargé de superviser les épreuves littéraires destinées aux candidats du Secrétariat Impérial et du Censorat.

Toutefois, il prend à différentes occasions des positions qui finissent par l'isoler au sein de la cour. Ainsi, lorsque l'officiel du gouvernement Dan Song propose de réformer le calendrier en 123, Zhang émet un certain nombre de

réserve sur des informations qu'il estime discutables, et s'oppose fermement à leur intégration dans le nouveau calendrier... Son intransigeance sur le calendrier, ainsi que sur certaines questions d'histoire, fait de Zhang une figure controversée à la cour, ce qui l'empêche d'obtenir le poste (qu'il ambitionne) d'historien officiel de l'empereur. Cependant, ce revers ne l'empêche pas d'être de nouveau reconduit au poste d'Astronome Impérial en 126, lors de l'avènement du nouvel empereur Han Shundi – mais ce ne sera pas sans mal : sa rémunération est de seulement 600 boisseaux de grains, soit le salaire le plus bas pour un poste au gouvernement central...

## Travaux et découvertes

On doit à Zhang Heng de nombreux résultats majeurs. Il s'intéresse à la formule de  $\pi$ , qui lui sert à comparer la circonférence du cercle céleste au diamètre de la terre, et dont il donne la valeur approximative  $\sqrt{10}$  (ou 3,162) à partir de considérations sur les volumes de cubes inscrits dans des sphères. Quelques siècles plus tard, son algorithme permettra à Liu Hui d'obtenir une valeur plus précise de  $\pi$  (3,14159).

Zhang acquiert très tôt une connaissance étendue des engrenages et de la mécanique. Dès 117, il perfectionne la clepsydre à remplissage, qui était un système de mesure du temps très utilisé en Chine ancienne. Ce système ingénieux souffre toutefois d'une baisse du débit (et donc d'une dérive de la mesure du temps) au fur et à mesure que le réservoir initial se vide. Zhang parvient à résoudre ce problème en ajoutant un réservoir de compensation, qui permet maintenir un niveau d'eau constant dans la clepsydre. Notons qu'à Alexandrie, l'ingénieur Ctésibios mit en œuvre la même idée à quelques siècles d'intervalle. En 125, Zhang utilise cette clepsydre plus précise pour automatiser le mouvement des sphères armillaires<sup>1</sup>, qui sont si utiles à son travail d'astronome.

Mais c'est en 132 que Zhang Heng présente à la cour des Han ce qui est considéré comme son invention la plus marquante, le premier sismographe : un instrument qui permet de détecter les tremblements de terre à distance, et d'indiquer la direction où ils se sont produits. Les séismes sont en effet un phénomène d'importance majeure dans la Chine ancienne, à cause évidemment de leur pouvoir destructeur, mais aussi parce qu'ils sont considérés comme une punition des dieux en cas de mauvaise gestion du pays. De façon plus pragmatique pour le gouvernement, la possibilité de les détecter permet d'envoyer de l'aide et des vivres aux régions dévastées.

Selon les Annales du Livre des Han, compilées par Fan Ye au 5<sup>e</sup> siècle, le sismographe de Zhang se présente sous la forme d'une urne avec un balancier. Il est rapporté qu'il a détecté un tremblement de terre en février 138 et, bien



Une réplique du sismographe de Zhang Heng, exposée au Chabot Space and Science Center à Oakland, Californie.

qu'aucune secousse n'ait été ressentie à Luoyang, Zhang a décidé d'en informer l'empereur, en précisant même que le tremblement de terre s'est produit à l'ouest de la capitale de l'empire. Zhang prenait ainsi un risque politique fort. Mais, quelques jours plus tard, plusieurs courriers urgents arrivent, et confirment qu'un terrible tremblement de terre s'est produit à quelques centaines de kilomètres au Nord-Ouest, dans la province du Gansu. Le succès de son instrument permet à Zhang Heng d'asseoir puissamment sa notoriété scientifique et technique à la cour.

## Ultima Verbae

L'héritage scientifique et technique de Zhang Heng est considérable. Ses inventions mécaniques seront une source d'inspiration pour des générations d'inventeurs, de Chine ou d'ailleurs. Ainsi, sa sphère armillaire à mouvement hydraulique, combinant roue à aubes et clepsydre à réservoir, influencera la conception des premières horloges à eau chinoises. De même, son sismographe à balancier inspirera les sismologues modernes.

Au début des années 130, au terme d'une rivalité politique qui l'oppose aux eunuques du palais, il décide de se retirer de la cour centrale pour servir comme gouverneur de la ville de Hejian dans la province du Hebei, au Nord du Henan. Il retourne à Nanyang pour un court laps de temps, avant d'être rappelé à la cour de Luoyang en 138. Il meurt une année plus tard, en 139, à l'âge de 61 ans.

### POUR EN SAVOIR PLUS

- [1] J.J. O'Connor, E.F. Robertson, *MacTutor History of Mathematics* (2003)  
 [2] R. Temple, *The Genius of China: 3000 Years of Science, Discovery, and Invention* (Simon and Schuster, 1986)

<sup>1</sup> Un instrument astronomique représentant la sphère céleste, inventé par Ératosthène au 3<sup>e</sup> siècle avant JC et perfectionné par des générations d'astronomes chinois.