

29 Septembre 2026

Communication de Thierry Dumont, *membre titulaire*

Les cartes : une collaboration entre l'Est et l'Ouest au tournant du XVIII^e siècle.

Au la fin du XVII^e siècle, la cartographie connaît un développement spectaculaire : utilisant des techniques nouvelles il devient possible de réaliser des cartes avec une précision jamais atteinte. Deux pays, la France et la Chine vont ainsi cartographier leur territoire entier. La carte de la France a été réalisée à la demande de Colbert; en Chine la carte a pu être réalisée grâce à un transfert de connaissances depuis la France par des missionnaires jésuites, et parce qu'un contexte politique favorable s'était établi. En retour les connaissances sur la Chine on fait un bon en avant, non sans poser des questions sociales, politiques et religieuses en France. C'est aussi le début d'une grande époque de *sinomania* en Europe.

En France : Colbert, Cassini, l'Observatoire et l'Académie des Sciences

L'Académie des Sciences est créée en 1666, l'Observatoire de Paris en 1667. Le premier directeur de l'observatoire est Jean-Dominique Cassini. Colbert fixe deux priorités aux astronomes : 1) résoudre le problème des longitudes, 2) établir la carte du Royaume.

Bien sûr; les deux problèmes sont liés : si on sait mesurer des longitudes (et des latitudes) on saura faire des cartes.

Une horloge universelle ?

La différence de longitude entre deux lieux se manifeste uniquement par la différences des instants de passage au méridien des astres, comme le soleil par exemple, mesurés sur des horloges synchronisées. Actuellement, nous disposons d'un temps universel (TU) et de moyens de synchroniser des horloges à distance, ce qui n'a été possible que depuis la généralisation de moyens de communication presque instantanés : télégraphe et radio. L'heure que nous utilisons dans notre vie quotidienne est définie par un décalage par rapport à ce temps universel. Rien de tel n'existait au XVII^e et au XVIII^e siècle.

L'idée était alors de chercher des événements astronomiques qui s'observent partout au même instant. Parmi eux les phénomènes des satellites de Jupiter présentent l'avantage d'être assez fréquents : ce sont des éclipses quand un des 4 satellites dits *galiléens* (car découverts par Galilée) passe dans le cône d'ombre de la planète et des occultations quand il passe derrière la planète. Si on possède des éphémérides de ces phénomènes, on peut alors caler une horloge sur l'heure, disons de Paris, puis mesurer l'heure de passage au méridien d'astres (étoiles, soleil), comparer avec leur heure de passage au méridien à Paris et en déduire la longitude du lieu d'observation. Si cette méthode est la seule qui permette à cette époque de mesurer la longitude d'un lieu lointain (disons une île qu'on découvre), elle souffre de plusieurs problèmes : il faut que Jupiter soit visible et bien sûr qu'il fasse beau temps; elle est inutilisable sur un bateau et elle n'est pas suffisamment précise pour réaliser la carte d'un pays : les erreurs sont facilement de l'ordre d'une dizaine de kilomètres.

La triangulation

C'est une méthode connue depuis longtemps : ce qui est nouveau, c'est l'application de cette méthode à un pays entier. Elle est basée sur une formule de trigonométrie élémentaire : dans un

triangle quelconque, d'angles A, B, C et de cotés a, b, c (voir la figure 1a), on a la relation

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}.$$

(où on a noté a, b, c les longueurs des cotés).

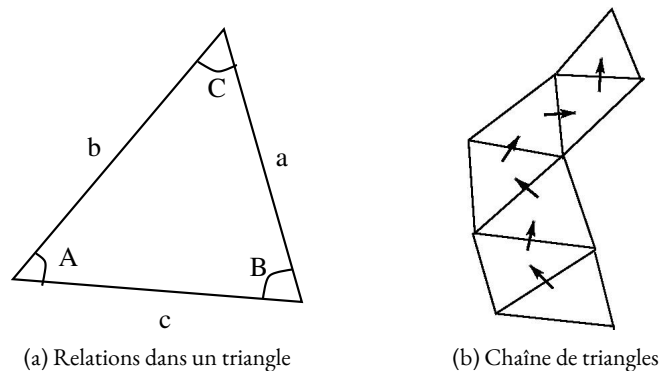


FIGURE 1 : Principes de la triangulation

Cette formule permet, connaissant c, A et B de calculer les longueurs des cotés a et b à condition de disposer de tables des valeurs des fonctions trigonométriques, ce qui est le cas au XVII^e siècle. On peut aussi, par des calculs simples, connaissant les coordonnées (latitude et longitude) des extrémités du côté c , calculer les coordonnées du sommet opposé. La technique consiste alors à construire de proche en proche des chaînes de triangles (voir la figure 1b).

La mise en pratique à l'échelle d'un pays entier pose quelques problèmes : 1) le grand nombre de triangles à mesurer et à calculer, 2) l'influence de la sphéricité de la Terre : l'application de la formule ci-dessus à des triangles de 30 kms environ (ce qu'on utilise en pratique) produit à une erreur de 500 mètres environ par triangle, ce qui n'est pas admissible. Il faut utiliser des formules de trigonométrie *sphérique*, moins simples et qui demandent plus de calculs.

Notons qu'à l'époque on dispose des précieuses tables de logarithmes : les logarithmes permettent de transformer les multiplications en additions et les divisions en soustractions, ce qui accélère considérablement les calculs.

La carte de Cassini

On a commencé par la triangulation le méridien de Paris (figure 2a). Ensuite, la triangulation de grandes transversales (figure 2b) a permis de découper le travail en zones indépendantes. La triangulation de ces zones permettra d'avoir plusieurs mesures pour certains sommets de triangles et d'estimer ainsi les erreurs commises.

En Chine

Derrière la réalisation de la carte de la Chine il y a : 1) des nécessités politiques, 2) l'introduction des sciences européennes, 3) l'arrivée au pouvoir d'un empereur « éclairé » tourné vers les sciences, 4) un transfert de savoir, de techniques et de matériel et enfin 5) un état efficace et structuré.

L'introduction des sciences européennes commence avec Matteo Ricci¹ (1552-1610) et son disciple Xu Guangxi (1562-1633). Ricci, premier missionnaire à être invité à la cour de Pékin, a été élève à Rome de Clavius, le réformateur du calendrier, créateur du calendrier grégorien. Ricci et Xu traduisent les

1. Dans la suite de ce texte tous les noms à consonnance européenn seront ceux de missionnaires jésuites.

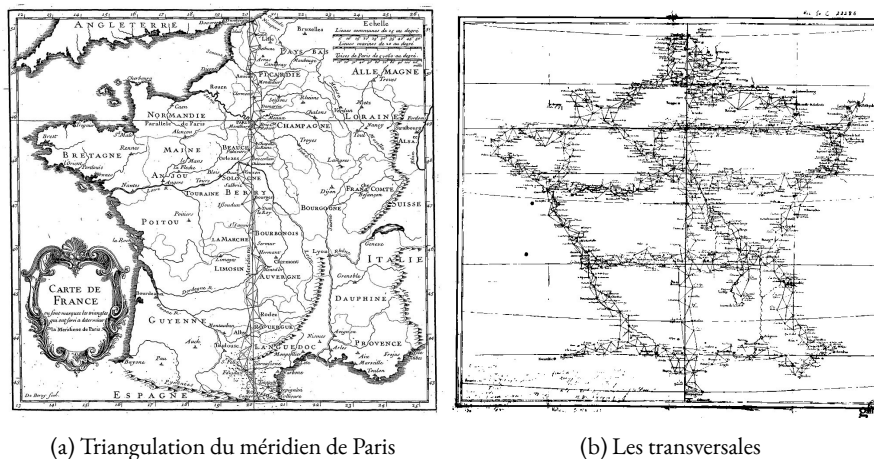


FIGURE 2 : Réalisation de la carte de Cassini (BnF, Gallica. Domaine public)

Éléments d'Euclide, fondement des mathématiques de l'époque. Xu (baptisé Paul) est un mandarin du niveau le plus élevé, auteur d'un traité d'agronomie, science où la Chine est incontestablement en avance sur l'Europe. La réforme du calendrier luni-solaire chinois est alors absolument nécessaire², mais les propositions de Xu ne seront pas appliquées.

Des Ming aux Qing : changement de dynastie

En 1644, la vieille dynastie Ming (1368–1644) s'effondre sous les coups d'une insurrection paysanne. Mais les insurgés qui prennent Pékin le 24 Avril, n'arrivent pas à installer un pouvoir stable et sont balayés à leur tour par les Manchous le 6 Juin.

Les Mandchous sont un peuple qui vit au-delà de la Grand Muraille au nord est de Pékin. Ils ont leur langue, sans rapport avec les langues chinoises et n'ont développé que récemment une écriture inspirée du syriaque. Mais ils ont commencé à s'organiser selon le modèle de l'état chinois dans leur capitale de Mukden (Shenyang de nos jours).

Les débuts de la domination mandchoue, désormais appelée dynastie Qing, sont d'une extrême violence : entre autres, les habitants du centre de Pékin sont expulsés, et les missionnaires devaient donc l'être aussi. À ce moment là, Johann Adam Schall von Bell (1592-1666) est *Astronome Impérial* ; il réussit à être maintenu à cette fonction prestigieuse et à conserver la résidence des missionnaires en allant proposer ses services aux nouveaux maîtres du pays qui cherchent à maintenir un minimum de continuité de l'état tandis que les anciennes élites refusent toute collaboration. Et les nouveaux dirigeants adoptent la réforme du calendrier.

Les missionnaires dirigent l'astronomie chinoise jusqu'en 1666, date à laquelle après avoir risqué de disparaître physiquement dans ce qui devait être des combats de factions à l'intérieur du pouvoir, ils sont astreints à résidence et perdent toute possibilité d'action.

Kangxi, empereur : le retour des jésuites

Kangxi (1654-1722) devient empereur en 1661 (à 7 ans). Il est soumis à une régence jusqu'en 1669, où, à l'âge de 15 ans, il se saisit du pouvoir. Pendant ce temps, le bureau d'astronomie semble avoir été aux mains d'un personnel peu compétent. Les jésuites reviennent sur le devant de la scène à la suite d'une compétition (en principe organisée par Kangxi lui-même) : calculer la longueur de

2. Les mois du calendrier correspondent à des lunaisons exactes; mais il n'y a pas un nombre entier de lunaisons dans une année, d'où la nécessité d'ajustements, négligés à la fin de la dynastie Ming.

l'ombre d'un gnomon à une heure donnée, un jour donné, compétition qu'ils remportent. Ferdinand Verbiest (1623-1688) est alors nommé *Astronome Impérial*.

Kangxi demande à Ferdinand Verbiest de lui enseigner les sciences européennes : ce seront des cours de géométrie, de trigonométrie et de trigonométrie *sphérique*, ce qui semble indiquer que la cartographie était déjà envisagée, car sinon on ne voit pas pourquoi s'être intéressé à la trigonométrie *sphérique*, plutôt rébarbative.

Le règne de Kangxi

Le règne de Kangxi est incontestablement une époque faste pour la dynastie Qing et pour la Chine.

Après 1681, la Chine sort de la période de violence consécutive à la conquête mandchoue. L'empereur, devenu profondément chinois tout autant que mandchou, fin connaisseur des classiques, obtient un ralliement progressif des élites. Une réforme fiscale favorise largement les paysans tandis que les agronomes introduisent les plantes américaines et mettent en cultures des terres jusque là en friche. Plus tard, au XVIII^e siècle, selon les historiens spécialistes de cette époque (voir par exemple GERNET 1972), un paysan chinois sera beaucoup plus riche qu'un paysan français, mais aussi, des écoles ayant été développées, plus instruit.

De grands travaux intellectuels sont réalisés ; citons entre autres la réalisation d'un dictionnaire (47 035 caractères), l'écriture de l'histoire des Ming et l'édition « complète » des poèmes de l'époque Tang³ (48 900 poèmes par 2 200 auteurs). Les auteurs de ces travaux sont recrutés par concours.

Le grand historien de la Chine, Jacques Gernet qualifiera Kangxi de *despote éclairé* (voir GERNET 1972).

Les mathématiciens du Roy

En 1678, Ferdinand Verbiest envoie des lettres en Europe : il a besoin de renforts.

Présentée par François de la Chaize à Louis XIV en 1681, le Roi réagit positivement et décide d'envoyer un groupe de jésuites qui ne seront pas officiellement missionnaires, mais *Nos Mathématiciens* afin probablement de ne pas fâcher les Portugais qui ont l'exclusivité des missions en Chine.

Après avoir suivi un complément de formation à l'Observatoire, et avoir été nommés *Correspondants de l'Académie des Sciences*, les mathématiciens embarquent accompagnés des membres d'une délégation se rendant au Siam (les Siamois ont eux aussi demandé l'aide de Louis XIV !) et quittent Brest le 3 mars 1685. Ils emmènent avec eux du matériel de géodésie.

Après une escale au Cap, ils atteignent le Siam le 24 Septembre mais doivent attendre de trouver un nouveau bateau pour continuer leur voyage. Évitant soigneusement Canton pour ne pas rencontrer les Portugais, ils débarquent à Ningbo, en face de Shanghai. Il doivent encore attendre l'autorisation d'entrer en Chine et finissent leur voyage par le Grand Canal jusqu'à Pékin où ils arrivent le 7 février 1687. À leur arrivée, Verbiest vient de mourir. Cette histoire aura duré presque 10 ans !

Le traité de Nertchinsk (1689)

Nertchinsk est une petite ville située à l'est du lac Baïkal, à l'époque une simple petite place forte. Depuis quelque temps, Russes et Chinois se heurtent en Sibérie et finalement un traité y est négocié. Si deux missionnaires venus de Pékin y participent, c'est que faute de langue pivot entre Russes et Chinois, le traité est négocié et rédigé en latin⁴ ! Mais à cette occasion, on ne peut que constater l'absence de cartes précises, pourtant nécessaires pour la définition des frontières.

3. Dynastie Tang : 618-907. 4. Pour le texte du traité -en latin- consultez CORDIER 1902

Gerbillon et Bouvet : professeurs de Kangxi

L'empereur demande aux deux missionnaires de reprendre l'enseignement des sciences que lui avait dispensé Verbiest. Mais il veut que les cours lui soient donnés en mandchou! Les deux missionnaires vont passer un an à apprendre cette langue, qui n'est ni indo-européenne ni proche des langues chinoises.

Il faut choisir un manuel : ce sera celui de Gaston Pardies (voir PARDIES 1705), représentant des *modernes*, livre d'une pédagogie très innovante. Au fur et à mesure des cours, le livre sera traduit en mandchou, puis en mandarin, avec une préface de l'empereur. Le livre de Catherine Jami (voir JAMI 2012) donne une description très détaillée de cet enseignement.

Bibliographie

- CORDIER, Henri (1902). *Pactum Nertschiae*. URL : https://la.wikisource.org/wiki/Pactum_Nertschiae.
- GERNET, Jacques (1972). *Le monde chinois*. A. Colin Paris.
- JAMI, Catherine (2012). *The emperor's new mathematics : western learning and imperial authority during the Kangxi Reign (1662-1722)*. Oxford University Press.
- PARDIES, Ignace Gaston (1705). *Elémens de géométrie*. A. Moetjens, Librairie Française.