



HAL
open science

COMMENT L'ACTIVITE MATHEMATIQUE FAÇONNE SA LANGUE ET SES FORMES TEXTUELLES

Karine Chemla

► **To cite this version:**

Karine Chemla. COMMENT L'ACTIVITE MATHEMATIQUE FAÇONNE SA LANGUE ET SES FORMES TEXTUELLES. Jean-Noël Robert (éd.). Langue et science, langage et pensée, Odile Jacob, pp.283-311, 2020, Langue et science, langage et pensée. halshs-03101073

HAL Id: halshs-03101073

<https://shs.hal.science/halshs-03101073>

Submitted on 6 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMMENT L'ACTIVITE MATHEMATIQUE FAÇONNE SA LANGUE ET SES FORMES TEXTUELLES

Karine Chemla

SPHERE, CNRS, Université de Paris

A la mémoire de Jacques Virbel, dont le souvenir empreint ces lignes

Langue et science: quelques idées anciennes et une approche autre

Les plus grands spécialistes de la Chine se sont régulièrement exprimés sur la question des relations entre langue et pensée, voire même sur celle des liens entre langue et science. Cependant, à mon goût, ce ne fut pas toujours à bon escient. J'en veux pour preuve les déclarations qu'en 1920, le célèbre sinologue français Marcel Granet, dont on connaît par ailleurs l'apport magistral à l'étude de la Chine¹, émit à ce sujet, lorsqu'il entreprit de prodiguer des conseils aux intellectuels chinois qui s'efforçaient à l'époque de promouvoir une réforme de leur langue². A la faveur d'un article intitulé « Quelques particularités de la langue et de la pensée chinoises »³, Granet affirme en effet :

Les Chinois comprennent parfaitement que ce qui la [la civilisation européenne] définit, c'est (...) un progrès rapide de la connaissance scientifique et une diffusion d'un certain esprit positif. Il n'est pas douteux que les progrès et la diffusion de l'esprit scientifique sont liés à l'existence, en Occident, de langues qui sont toutes, à des degrés divers, des instruments d'analyse, qui permettent de définir et de classer, qui apprennent à penser logiquement et qui, aussi, rendent aisée la transmission de la pensée tout élaborée, claire et distincte. Or, je ne crois pas que le chinois, tel qu'on l'écrit ou tel qu'on le parle, ait au moindre degré, aucune de ces qualités des grandes langues d'Europe.⁴

¹ François Héran (2009), pour exemple, traite l'apport de Granet à l'étude des systèmes de parenté (voir chapitre 9, « Marcel Granet, le fondateur négligé », pp. 395-435). Il discute également les réserves émises par des lecteurs de Granet (chapitre 10, « Lévi-Strauss lecteur de Granet, ou la dette refoulée », pp. 435-482). Yves Goudineau (2004) aborde également ces deux sujets, en proposant une interprétation différente des raisons de l'oubli relatif des contributions de Granet en la matière. Pour un aperçu général des travaux de Granet sur la Chine, on peut se reporter à (Granet 1929 [1968], 1934 [1968]).

² Voir l'ouverture de (Granet 1920 [1990]), pp. 98-99 [97-98]. Je donnerai systématiquement les pages des deux éditions.

³ (Granet 1920). J'insiste sur le fait qu'en 1990, cet article fut republié tel quel, sans avertissement, dans le contexte d'une réédition de (Granet 1953).

⁴ Granet 1920 [1990], pp. 189-90 [150]. Granet insiste en introduction sur le caractère provisoire et hypothétique de ses réflexions, qu'il confie toutefois à l'écrit dans l'espoir

En d'autres termes, pour Granet, des observateurs un tant soit peu lucides reconnaîtraient, dans les « progrès » de la science en particulier, un trait distinctif de la « civilisation européenne ». Or, il lui paraît évident que ces avancées ne sauraient être dissociées des langues qui, comme l'ensemble de son article invite à le comprendre, les ont favorisées et même rendues possibles. Aux yeux de Granet, la langue chinoise est en revanche dépourvue des qualités indispensables pour former « l'esprit scientifique » et lui offrir l'appui nécessaire pour assurer une pratique fructueuse des sciences. Plus loin, il précise son diagnostic :

Associée aux formes d'expression qu'elle revêt habituellement, la pensée chinoise peut-elle s'appliquer à la recherche scientifique? Cette pensée, qui semble d'essence pittoresque et musicale, qui s'exprime en tout cas, par rythme et par symboles concrets, quel succès aura-t-elle, appliquée à un domaine où sont requis des formulations claires et distinctes et des jugements explicites?⁵

Granet incrimine expressément le fait que la « pensée chinoise » partage, avec les moyens d'expression à sa disposition (à savoir « les symboles concrets » que sont pour lui les caractères), la particularité de dépeindre le réel, mais non de l'analyser ou d'en expliciter les articulations. Les caractères chinois jouent effectivement un rôle clef dans l'hypothèse que Granet avance dans les mêmes pages, pour rendre compte des raisons pour lesquelles le chinois « a pu demeurer essentiellement un simple moyen d'expression pittoresque » :

(...) l'écriture figurative (...) s'est d'abord opposée à l'emploi de toute espèce de formes grammaticales et de dérivations, (...) [elle] a presque réduit la syntaxe au seul emploi du rythme (...)⁶.

C'est aux caractères que Granet attribue d'avoir entravé le développement, en chinois, d'une morphologie et d'une syntaxe sans lesquelles, selon lui, la langue ne se prête ni à l'analyse ni à l'expression claire et distincte⁷. Et Granet de conclure :

Tant qu'il s'écrit en caractères, le chinois restera une langue toute concrète et une langue morte⁸.

Ecrivant à l'intention des intellectuels œuvrant en Chine dans les mêmes années à transformer la langue écrite, Granet enchaîne avec un conseil qui, s'il constitue une suite logique de son analyse, ne manque pas de frapper par sa témérité :

Le problème qui se pose aux Chinois me paraît revenir à ceci : travailler tout de suite de manière à transformer la langue parlée en la rendant susceptible de supporter une transcription phonétique, et en faisant d'elle une langue neuve, qui échappe à l'influence de la langue écrite, (...) et où l'usage de la dérivation et des formes grammaticales puisse arriver à s'installer⁹.

d'établir un échange avec les intellectuels chinois. Ces réserves n'atténuent pas ses conclusions, formulées de façon remarquablement catégorique. (Chemla 2007) propose une première analyse de ce texte de Granet et le confronte à la réalité de la science en Chine. Je mettrai ici ces affirmations en regard d'une analyse de la langue de textes de science en chinois.

⁵ (Granet 1920 [1990], p. 193 [153]).

⁶ (Granet 1920 [1990], p. 190 [151]).

⁷ Je renvoie à (Chemla 2007) pour une analyse plus approfondie du raisonnement à l'œuvre.

⁸ Ibid.

⁹ (Granet 1920 [1990], p. 191 [153]).

Pour nous qui avons vu la langue nord-atlantique la plus pauvre en matière de morphologie s'imposer dans la recherche scientifique, les conseils de Granet laissent à tout le moins rêveur. Et l'on se prend à craindre que nos réflexions sur langue et pensée suscitent des sentiments semblables aux nôtres aujourd'hui vis-à-vis des analyses de Granet, lorsque, dans un siècle, des lecteurs se pencheront sur nos écrits.

Pourtant, ce qui frappe le plus à la lecture de Granet, c'est peut-être moins son diagnostic que la base documentaire sur laquelle l'auteur appuie son argumentation. En effet, c'est l'analyse du fonctionnement de la langue chinoise dans le *Canon de poésie* (*Shi jing* 詩經), dont on s'accorde aujourd'hui à dater la composition, sous la forme que nous lui connaissons, du VI^e siècle avant notre ère et qui rassemble des pièces rédigées au cours des siècles précédents, qui fournit à Granet les matériaux d'où il tire diagnostic et conseils. Certes, notre sinologue admet que ni la langue ni la pensée ne sont « restées immobiles » en Chine et qu'elles ont tout particulièrement pu connaître des transformations à l'époque de « révolutions sociales ». Cependant, il paraît persuadé d'avoir saisi, à travers le *Canon de poésie*, des « problèmes » relatifs à la langue chinoise qui restent « actuels »¹⁰. Son raisonnement trahit le fait qu'il adhère malgré tout à l'axiome selon lequel les traits essentiels du chinois ont persisté au long de l'histoire et qu'ils ont entravé la pensée plus que la langue n'a évolué sous l'effet de son travail. Jean-Noël Robert s'appuie sur un examen de l'impact des traductions de textes bouddhistes sur la langue chinoise, pour montrer que ces assertions posent problème¹¹. Je m'inscrirai également en faux contre ces thèses en me fondant sur une analyse microscopique de textes mathématiques chinois anciens. Toutefois, une précision s'impose au préalable.

J'ai illustré, par le cas Marcel Granet, les déclarations hâtives sur les rapports entre langue et pensée, et plus précisément langue et science, que l'on rencontre assez régulièrement dans les écrits relatifs à la Chine. J'aurais pu mentionner bien d'autres exemples et citer d'autres prises de position, qui sont évoquées et réfutées dans quelques publications récentes¹². Les affirmations sur la langue chinoise qu'avance Granet en 1920 sont de fait plus prodigues que je ne peux en rendre compte ici. Elles sont réfutées point par point dans le volume intitulé *Language and Logic*, que Christoph Harbsmeier (1998) a rédigé comme contribution à l'ouvrage à caractère encyclopédique *Science and civilisation in China*. Dans le volume suivant de ce même ouvrage, Needham reprend, toujours pour ce qui est du chinois, la question des relations entre langue et activité scientifique, notamment dans une contribution écrite avec Kenneth Robinson, au cours de laquelle les auteurs poléminent avec nombre de spécialistes.

La méthode que Needham se propose d'adopter pour traiter ce sujet à nouveaux frais est frappée au coin du bon sens, mais elle s'oppose radicalement à la démarche que Granet avait suivie en son temps. Il s'agit simplement d'observer le fonctionnement concret de la langue chinoise dans des textes de science. Il paraît effectivement difficile de faire l'économie d'un examen de cet ordre si l'on entend proposer des conclusions sur les rapports entre langue et activité scientifique. Je lui emboîterai le pas ici, tout en portant mon attention sur des faits de langue différents de ceux sur lesquels Harbsmeier, Needham et Robinson se concentrent,

¹⁰ (Granet 1920 [1990], p. 102-103 [100-101]).

¹¹ Voir le chapitre de Jean-Noël Robert dans ce recueil.

¹² On trouvera un inventaire plus exhaustif d'auteurs et d'allégations dans (Harbsmeier 1998) et (Needham & Robinson 2004). (Chemla 2019) évoque les déclarations à l'emporte-pièce d'autres grands sinologues sur le même sujet et reprend, en l'infléchissant, le programme de recherche esquissé par Needham et Robinson (2004).

puisque je vise à mettre en évidence la manière dont l'activité mathématique façonne sa langue et ses formes textuelles.

Façonner une langue de science

Je traiterai tout d'abord un cas où l'on voit des praticiens des mathématiques élaborer la langue dans laquelle ils mènent leur activité, et me tournerai, pour ce faire, vers un livre mathématique chinois du XIII^e siècle : *Mesures du cercle sur le miroir de la mer* (*Ce yuan haijing* 測圓海鏡), dont Li Ye 李冶 (1192-1279) achève la rédaction en¹³ 1248. L'ouvrage porte sur une unique figure, reproduite à gauche sur la figure 1 (voir Fig. 1a).

<Figures 1a & 1b>

Dans le contexte de l'ensemble des écrits mathématiques chinois qui sont parvenus jusqu'à nous, ce diagramme représente la figure la plus ancienne connue où les points sont désignés par des caractères. Par souci de simplicité, je propose, sur la figure 1b, de représenter ces caractères par des lettres de l'alphabet (voir Fig. 1b). De fait, l'auteur n'utilisera pour l'essentiel ces étiquettes qu'aux fins d'introduire les différents triangles rectangles qui apparaissent sur la figure. Li Ye donne, à chacun de ces triangles, un nom. Il y en a treize, et, toujours pour simplifier, je remplacerai ces noms par un nombre, de 1 à 13. La figure 1b montre ces triangles et les nombres qui leur sont associés, placés systématiquement dans l'angle droit du triangle correspondant.

Li Ye considérera, pour chaque triangle, ses trois dimensions : base (*gou* 勾, que je noterai *a* pour les besoins de l'analyse), hauteur (*gu* 股, notée *b*), et hypoténuse (*xian* 弦, que je désignerai toujours par *c*), et il introduira également toutes les sommes et différences que l'on peut former en combinant deux ou trois de ces dimensions. Il associe ainsi, à chaque triangle, treize quantités¹⁴. Par suite, l'expression renvoyant à une certaine quantité pour un triangle donné aura toujours la même structure. Elle se composera, tout d'abord, du nom du triangle (je le désignerai par *T*), puis du nom de la quantité considérée (que je noterai *Q*). En d'autres termes, l'expression aura la structure *T.Q*.

Une fois ces briques élémentaires introduites, dans le premier chapitre de *Mesures du cercle sur le miroir de la mer*, Li Ye énonce sept cents formules qui établissent des relations entre les bases, hauteurs et hypoténuses des treize triangles, ainsi que les sommes et les différences que l'on peut former entre deux ou trois d'entre elles. Ces formules expriment donc des égalités entre grandeurs obtenues en combinant (c'est-à-dire en ajoutant, en soustrayant, et parfois en multipliant) les treize quantités associées aux treize triangles. Je m'intéresserai ici à la langue à l'aide de laquelle Li Ye énonce ces relations d'égalité.

Essentiel pour mon analyse est le fait que dans ces énoncés, l'expression des opérations recourt à deux catégories de formulation pour lesquelles —j'y insiste— Li Ye emploie deux groupes disjoints de dénominations.

¹³ Le lecteur trouvera une esquisse biographique sur l'auteur et une analyse globale de ce traité dans (Chemla 1982, 1993). Deux chapitres de (Chemla 1982) sont consacrés à une étude de la langue que Li Ye emploie dans diverses parties de son livre. (Chemla 2006) reprend l'un d'entre eux en l'approfondissant. J'en pousse ici l'analyse plus loin.

¹⁴ *a, b, c, a+b, b-a, a+c, c-a, b+c, c-b, a+b+c, a+b-c, c+b-a, c+a-b.*

Supposons que Li Ye veuille exprimer l'opération d'addition ou de soustraction entre deux grandeurs A et B . Il peut opter pour une notation dite « polonaise » (en fait, pour être tout à fait précis, il faudrait dire « polonaise inverse »), et énoncer A puis B suivi du nom de l'opération. Il utilise alors deux familles de termes que je traduirai ici, respectivement, et sans introduire plus de nuance, par « somme » et « différence », dans le contexte d'expressions que l'on peut représenter et illustrer de la façon suivante :

$A B$ **somme** : « 高弦高股共 *gao xian gao gu gong* 6.c 6.b somme ».

$A B$ **différence**: « 股圓差 *gu yuan cha* (1).c (1).d différence »¹⁵.

Mais Li Ye peut également employer une notation dite « infixe », c'est-à-dire : énoncer l'opération entre A et B . En ce cas, je rendrai les noms d'opérations par des expressions du type « ajouté à », ou « dont on soustrait », comme ceci :

A **auquel on ajoute** B : 皇極勾上加明弦 *huangji gou shang jia ming xian* 10.a
ajouté à 12.c

A **dont on soustrait** B : 高弦內減明弦 *gao xiang nei jian ming xian* 6.c
dont on soustrait 12.c

Dans *Mesures du cercle sur le miroir de la mer*, les caractères 共 *gong* et 差 *cha* que je traduis, respectivement, par « somme » et « différence » n'apparaîtront jamais entre les deux termes désignant les quantités à additionner ou à soustraire. Ils sont spécialisés dans l'énoncé de l'opération en notation polonaise. De même, les expressions que je rends ci-dessus par « ajouté à » ou « dont on soustrait » ne figureront jamais dans une notation polonaise.

La remarque cruciale pour mon analyse découle de la question suivante : comment sont énoncées les expressions A et B , qui sont les termes des opérations, lorsque les grandeurs qu'elles désignent résultent elles-mêmes d'opérations ? Pour formuler la réponse à cette question, j'appellerai, en ce cas, l'opération appliquée à A et B « opération de niveau supérieur », tandis que je qualifierai l'opération impliquée dans la production de A et de B d'« opération de niveau inférieur ». L'observation de l'énoncé des quelques sept cent formules rassemblées dans le premier chapitre de *Mesures du cercle sur le miroir de la mer* montre que Li Ye respecte systématiquement une règle essentielle : l'opération de niveau inférieur recourt toujours, et ce, sans exception, à une formulation de type polonais, par contraste avec l'opération de niveau supérieur, qui peut, elle, être exprimée, apparemment indifféremment, de façon infixe ou polonaise.

Ainsi, l'enchâssement d'une expression polonaise de niveau inférieur dans une autre formulation polonaise au niveau supérieur donne des exemples du type suivant :

A & BC **différence somme**

勾與勾圓差共 *gou yu gou yuan cha gong*

(1).a & (1).a (1).d **différence somme**¹⁶

¹⁵ Notons que le nom du triangle 1 est parfois omis lorsque l'on renvoie à ses dimensions et que la quantité $a+b-c$ est parfois dénotée par le terme « diamètre », que je désignerai par d , dans la mesure où le diamètre du cercle inscrit à un triangle est précisément égal à cette quantité.

De même, l'insertion d'une expression polonaise de niveau inférieur dans un schéma infixé au niveau supérieur peut être représentée et illustrée comme suit :

A dont on soustrait CD somme

皇極弦內去明股衷勾共 *huangji xian neiqu ming gu zhuan gou gong*

10.c dont on soustrait 12.b 13.a somme

Ici, nous voyons le bénéfice que l'auteur peut tirer de la règle que nous venons de mettre au jour sur la formulation des égalités. En effet, si Li Ye employait également la notation infixé pour dénoter les opérations de niveau inférieur, l'expression précédente serait ambiguë. Car on pourrait interpréter l'énoncé de façon alternative ainsi : son segment initial, « 10.c dont on soustrait 12.b », renverrait à une première opération de niveau inférieur, dont le résultat, notons-le *B*, formerait le premier opérande de l'expression « 13.a somme » (soit : « *B* 13.a somme »). Le fait qu'une notation infixé ne s'emploie jamais au niveau inférieur empêche cette interprétation alternative. On doit lire en pratiquant les regroupements comme suit :

A dont on soustrait CD somme

皇極弦內去明股衷勾共

10.c dont on soustrait 12.b 13.a somme

Plus généralement, aucune des sept cents formules énoncées ne se prête à une double lecture. C'est ici que notre remarque s'avère cruciale.

De fait, Li Ye mobilise d'autres éléments de la langue, qu'il avait le loisir d'employer de façon souple, en vue du même objectif de ne laisser aucune équivoque sur les formules énoncées. On peut illustrer cette remarque à l'aide d'un second exemple qui mêle notations infixé (au niveau supérieur) et polonaise (au niveau inférieur) :

AB somme dont on soustrait CD somme

通勾通股共內少個小差上勾股和

1.a 1.c somme dont on soustrait (classificateur de longueur) 9.a (9).b somme

La règle selon laquelle les opérations de niveau inférieur sont toujours polonaises impose les regroupements suivants :

AB somme dont on soustrait CD somme

通勾通股共內少個小差上勾股和

1.a 1.c somme dont on soustrait (classificateur de longueur) 9.a (9).b somme

On voit à nouveau comment la règle lève tout doute sur l'interprétation des expressions. Cependant ici, un élément supplémentaire est mis en œuvre, qui empêche la lecture alternative d'un premier segment « 1.a 1.c somme dont on soustrait 9.a », dont le

¹⁶ Voir la note précédente pour l'omission du nom du triangle 1 et pour la signification de *d*. Ici, l'énoncé recourt à la particule « *yu* 與 et » pour séparer les deux termes de la somme de niveau supérieur. Ce n'est pas toujours le cas, comme l'illustre l'expression suivante : « 大差差小差差共 *dacha cha xiaocha cha gong* 8.(*ab*) différence 9.(*ab*) différence différence ». Lorsque les opérandes des « différences » de niveau inférieur sont base et hauteur, ces derniers peuvent être omis, comme c'est ici le cas.

résultat serait repris comme opérande de la dernière opération. Li Ye emploie la particule « ge 個 », qui peut s’insérer à l’époque entre un numéral et une longueur, comme classificateur (à l’instar du mot « bâton » dans l’expression « un bâton de rouge à lèvres »). Cette particule lui permet d’insister sur la cohésion de l’expression qui lui fait suite (« 9.a (9).b somme »). Il utilise plus généralement les classificateurs là où la langue mathématique moderne recourt à des parenthèses¹⁷.

Pour que la règle mise au jour dans l’énonciation de formules soit efficace, la remarque sur laquelle nous avons insisté plus haut est cruciale : des caractères comme 共 *gong* « somme » ne sont employés que dans le contexte de notations polonaises. La disjonction entre les expressions d’opérations utilisées en notation infixée et celles employées en notation polonaise joue un rôle essentiel pour garantir un énoncé non équivoque des formules. Cette seconde règle est de plus vitale pour permettre au lecteur, dans un contexte où des formules s’enchaînent sans ponctuation ni autre marque de séparation, de les dissocier les unes des autres.

Or, et c’est une remarque clef pour nous ici, le caractère 共 *gong*, qui est utilisé plus de deux cents fois dans le formulaire de Li Ye, et ce, uniquement pour renvoyer à la somme en notation polonaise, était également employé en notation infixée, dans la langue écrite de l’époque¹⁸. En d’autres termes, dans son idiome mathématique, Li Ye réduit les usages possibles de 共 *gong*, prenant de ce fait une décision clef pour que les ensembles de caractères employés dans l’énoncé des opérations en notations infixée ou polonaise soient disjoints. Cette disposition contribue à façonner un idiome qui, au prix d’un écart avec la langue courante, permet d’exprimer les formules sans ambiguïté. Mais il y a plus. Même dans les ouvrages mathématiques de l’époque, ce caractère 共 *gong* s’utilise en notations aussi bien polonaise qu’infixée. On en trouve un témoignage dans le commentaire que Yang Hui 楊輝 achève en 1261 sur *Les Neuf chapitres sur les procédures mathématiques* (九章算術 *Jiuzhang suanshu*, ci-après *Les Neuf chapitres*), ce classique du I^{er} siècle de notre ère qui est parvenu jusqu’à nous, accompagné de ses couches de commentaires sélectionnées par la tradition écrite — nous y revenons. Comme le montre la figure 2, dans le chapitre consacré au triangle rectangle précisément, Yang Hui rassemble, dans un tableau, les treize mêmes quantités que Li Ye associe à cette forme géométrique dans *Mesures du cercle sur le miroir de la mer*. Chaque colonne est consacrée à l’une d’entre elles. La cellule supérieure en donne le nom technique, tandis la deuxième cellule fournit une « explication du nom *shi ming* 釋名 ». On lit ainsi, comme explication de l’expression « hypoténuse somme différence 弦和較 *xian he jiao* », la formulation suivante :

« la quantité qu’est la somme de la hauteur et de la base de laquelle on soustrait l’hypoténuse

(mot à mot : *c* soustrait de *b a* somme quantité)

弦減勾股共數

¹⁷ Dans l’emploi que nous venons d’examiner, cette particule est optionnelle. Les particules de ce type sont parfois employées de façon systématique. Sur l’usage des classificateurs aux fins de lever toute ambiguïté dans l’énoncé des formules, voir (Chemla 1982, chapitre 2 ; Chemla 2006).

¹⁸ Je remercie Alain Peyraube, avec qui j’ai discuté de ces sujets, d’avoir soulevé cette question et d’avoir trouvé des emplois de *gong* en infixée dans les textes du philosophe du XII^e siècle Zhu Xi.

xiang jian gou gu gong shu ».

Ici donc, à l’instar de ce que nous avons décrit pour Li Ye, l’opération de plus haut niveau est formulée de façon infixé, tandis que le caractère 共 *gong* désigne la somme, opération de niveau inférieur, en notation polonaise. Par contraste, dans le même tableau, l’expression « base hauteur somme 勾股和 *gou gu he* » est glosée par une formulation où 共 *gong* intervient en notation infixé :

« la base ajoutée à l’hypoténuse

(mot à mot : *a* somme *b*)

勾共弦

gou gong xian ».

Il en va de même pour toutes les explications, fournies par Yang Hui, des expressions renvoyant à des sommes entre deux termes. En fait, plus largement, cet usage du caractère 共 *gong*, et tout particulièrement la restriction imposée à son emploi, ne se rencontrent que dans les ouvrages mathématiques de Li Ye (nous en connaissons deux). Chez cet auteur, *gong* 共, qui aurait pu désigner la “somme” pour les deux notations, infixé comme polonaise, a été artificiellement cantonné à un unique usage —la notation polonaise—, permettant par voie de conséquence une énonciation parfaitement univoque des formules.

En conclusion, nous pouvons avancer l’hypothèse que cet emploi de *gong*, artificiel au regard de la langue courante aussi bien que d’autres idiomes mathématiques à l’époque, est corrélatif du projet mathématique visant à énoncer, dans un même formulaire, des centaines de formules sur une unique figure¹⁹. Li Ye —ou peut-être un collectif de travail dont il était membre— a façonné, sur la base du chinois, un sous-langage, susceptible de permettre des formulations dépourvues de toute ambiguïté. De cette remarque, plusieurs conclusions découlent.

Si nous entendons examiner les rapports entre langue et science, nous ne pouvons poser, à titre d’hypothèse, que la langue en question —ici le chinois—constituerait un cadre a priori, figé et rigide (cette illusion à laquelle on renvoie souvent par l’expression de « langue naturelle »), dans lequel l’activité scientifique se pratiquerait. L’exemple que nous venons d’esquisser montre qu’une langue offre des ressources dans lesquelles les collectifs savants au travail puisent pour façonner, sur cette base, un idiome adapté aux projets qu’ils poursuivent. C’est par suite dans ce nouveau dialecte qu’ils exercent leurs activités : cette conclusion coupe court aux interminables discussions sur le vague supposé du chinois et sur l’impossibilité de pratiquer les sciences dans cette langue. Que des collectifs savants façonnent leur langue de travail, le fait est on ne peut plus manifeste avec les langues symboliques des mathématiques modernes. Cependant, notre exemple l’illustre également, si l’emploi de symboles suffit à signaler le caractère artificiel des langues des sciences, il n’en est en rien une condition nécessaire. Ces langues symboliques s’inscrivent de fait dans une famille plus large de langues artificielles dont nous avons à peine amorcé l’étude. Il s’agit là, à mon sens, d’une facette d’un phénomène plus général : les savants au travail recyclent toutes sortes de ressources pour élaborer les moyens matériels de leur pratique, lorsqu’ils n’en créent pas de nouvelles, susceptibles à leur tour d’être recyclées ailleurs²⁰.

¹⁹ On pourrait tirer la même conclusion de l’examen de l’emploi des classificateurs, et là encore, l’idiome de Li Ye se démarque de ce qu’atteste l’ouvrage de Yang Hui. Voir (Chemla 1982, chapitre 2, et Chemla 2006).

²⁰ Evelyn Fox Keller et moi défendons cette thèse dans (Chemla, Fox Keller 2017).

Langues et formes textuelles comme support de travail

Jusqu'à présent, nous avons envisagé la langue employée par Li Ye sous l'angle de la communication. C'est en effet ce qu'impliquait l'intérêt prêté à l'élimination de toute ambiguïté dans l'énonciation de formules. De fait, la majeure partie des discussions sur langue et science se concentre sur cette fonction du langage. Contre toute attente, Granet partage, avec Needham et Robinson, ce biais dans la manière d'aborder le sujet. Or, comme John Austin (1962) l'a établi avec force, ce n'est pas, et de loin, le seul usage de la langue que nous pouvons considérer, et l'étude des actes de langage qu'il a inaugurée a permis de revenir, à nouveaux frais, à l'analyse des textes savants²¹. Cependant, il est une autre dimension des langues de travail que cette approche laisse dans l'ombre et qui me paraît pourtant essentielle. Nous l'introduisons sur l'exemple sur lequel nous nous sommes concentrés jusqu'à présent.

Nous l'avons noté, Li Ye se sert de caractères attachés à des points sur la figure pour introduire une terminologie par le biais de laquelle une certaine quantité, considérée sur un triangle donné, sera désignée par une expression que nous avons représentée par $T.Q$, où T est le nom du triangle tandis que Q renvoie à ladite quantité. Or l'unique figure sur laquelle Li Ye travaille (Figure 1) a une particularité qui se réfracte dans la manière dont notre auteur emploie son idiome. En effet, si l'on considère la somme des trois côtés de l'un quelconque des treize triangles rectangles, un phénomène apparaît, dont nous pouvons montrer que Li Ye en était pleinement conscient : chacune de ces sommes produit l'une des treize quantités attachées au plus grand des triangles (le triangle 1). De la sorte, se trouve établie la relation suivante entre triangles et quantités :

Triangle	Quantité calculée sur le triangle 1
1	$a + b + c$
2	$b + c$
3	$a + c$
4	$2b$
5	$2a$
6	b
7	a
8	$b + c - a$
9	$a + c - b$
10	c
11	$a + b - c$

²¹ (Chemla et Virbel éd. 2015). Oswald Ducrot (1972 [1980]) prolonge, en l'infléchissant, la réflexion d'Austin sur les usages non communicationnels du langage.

12	$c - a$
13	$c - b$

On relève quatre exceptions dans ce tableau. D'une part, les quantités $a + b$ et $b - a$ ne sont associées à aucun triangle. De l'autre, deux triangles correspondent à des quantités qui ne figurent pas parmi les quantités fondamentales ($2a$ et $2b$)²². Le point clef est ailleurs. Du fait de cette propriété, Li Ye peut mettre en œuvre une opération spécifique sur le texte de toute quantité associée à l'un des treize triangles pour établir une formule. Supposons en effet que nous considérons la quantité $T.Q'$. Le tableau ci-dessus met le triangle T en relation avec la quantité Q , tandis qu'il donne la quantité Q' comme correspondant au triangle T'. La terminologie retenue par Li Ye permet, par une simple opération, caractère à caractère, pratiquée sur l'expression $T.Q'$, d'obtenir la formule suivante :

$$T.Q' = T'.Q.$$

Pour illustrer cette assertion par un exemple, prenons la formule²³

$$6.c + 6.b = 2.b$$

高弦高股共即邊股

Une analyse, appuyée sur le tableau que nous venons de fournir, montre que le triangle 2 correspond à la quantité $(c + b)$, tandis que la quantité b est en relation avec le triangle 6. En fait la quantité $6.c + 6.b$ peut se représenter par le nombre $b.(c + b)$, là où la même correspondance associe, à la quantité $2.b$, le nombre $(c + b).b$.

C'est une simple interversion de l'ordre des facteurs dans le produit qui permet d'écrire

$$b . (c + b) = (c + b) . b$$

Cette égalité, évidente du point de vue structurel, revient, pour ce qui est de la géométrie, à notre formule :

$$6 . (c + b) = 2 . b$$

ou encore

$$6.c + 6.b = 2.b.$$

Un rapide sondage montre que Li Ye met abondamment cette technique à profit pour produire des formules relatives à la figure. Le formulaire se compose de sections. Or, sur les 184 formules que comporte la première section importante, placée après l'introduction de terminologies variées et intitulée « Cinq sommes et cinq différences », 84 sont obtenues directement par cette simple transformation. Il semble donc bien que Li Ye ait pratiqué cette opération systématiquement, et qu'entre autres, la formule qui nous a servi d'exemple ait été obtenue ainsi. La remarque essentielle pour notre sujet, c'est que la traduction du nom du triangle 6 en la quantité b , puis la transformation de la quantité $c + b$ en le triangle 2,

²² (Chemla 1993) rend compte de ces exceptions ; ce développement n'est pas utile pour nous ici.

²³ Je me concentre ici sur la structure de la formule et laisse de côté le mode de formulation des opérations.

parachevées par l'intervention des caractères obtenus par ces modifications, permet d'établir de nouvelles formules.

Nous voyons ici l'une des techniques de travail, appliquées à l'expression même des quantités, que Li Ye emploie pour trouver des égalités. On peut identifier d'autres procédés du même type, qui partagent avec ce mode de transformation la propriété que ce sont toujours des traductions pratiquées sur le *texte* d'une formule qui permettent de déduire d'autres formules²⁴. Autrement dit, la langue mathématique qu'emploie Li Ye et, tout particulièrement, la terminologie à laquelle il s'arrête ont pour caractéristique de permettre à l'auteur d'articuler de façon intime opérations textuelles et travail mathématique.

Clairement, la langue spécifique dont *Mesures du cercle sur le miroir de la mer* nous a conservé la trace n'est pas un simple outil de communication. Elle sert également de support de travail, forgée comme elle l'a été de façon à ce que le praticien puisse opérer sur les énoncés de formules de façon efficace au regard de son projet. Considérée dans l'ensemble du corpus des écrits mathématiques chinois, cette langue présente un état transitoire, attestant de particularités qu'on ne rencontre pas plus dans des textes antérieurs qu'elles ne se conserveront dans tous les ouvrages ultérieurs. Si la langue de travail fait en permanence l'objet d'ajustements corrélés aux problèmes abordés, nous ne pouvons nous étonner qu'elle se montre en perpétuelle évolution et en prise avec les projets des acteurs. On touche ici la liberté dont jouissent les praticiens des mathématiques, moins prisonniers d'une quelconque « langue naturelle » qu'ils ne sont actifs dans la mise au point de leurs outils de travail, au nombre desquels on compte leurs langues techniques.

Ainsi, les énoncés de formules communiquent des égalités autant qu'ils proposent des suites de caractères auxquelles peuvent s'appliquer des opérations, pertinentes pour les objectifs que les acteurs s'assignent. Nous rencontrons là une dimension, à mes yeux, fondamentale des langues et plus largement des formes textuelles que nos auteurs élaborent pour les besoins de leur travail. Bien qu'à ma connaissance, ce phénomène n'ait pas fait l'objet de recherches systématiques, il est, je pense, universel. En évoquant à présent un cas où il prend une figure inattendue, j'entends illustrer la grande variété des types de textes façonnés par les acteurs que nous étudions pour mener leur réflexion à bien. Ce cas justifiera de surcroît l'extension que je viens de pratiquer en proposant de ne pas regarder seulement la langue (c'est-à-dire les énoncés), mais de nous intéresser plus généralement aux formes textuelles que les acteurs mettent au point pour travailler. Nous verrons ainsi les relations intimes qu'ils instaurent également entre formes textuelles et projet scientifique.

Nous considérerons pour cela les deux textes de procédures dont les traductions sont reproduites à la figure 3. Je propose que nous ne tentions pas d'en comprendre le sens mathématique²⁵, cela n'est pas essentiel pour notre propos, mais que nous les regardions plutôt comme des graphiques et que nous nous concentrons sur leurs propriétés textuelles. Il nous suffira en effet ici d'examiner leurs formes et les opérations qu'elles permettent de réaliser. J'insiste immédiatement sur le fait que les éditions anciennes ne comportent ni les paragraphes, ni les caractères gras, italiques et soulignés que j'ai ajoutés au texte. Je fais ressortir, par ces biais, des traits que j'entends à présent commenter.

< figure 3 >

²⁴ (Chemla 1990) les décrit.

²⁵ Je renvoie pour cela, par exemple, à l'édition critique et la traduction annotée dans (Chemla et Guo 2004, pp. 362-368, 370-379), ainsi qu'à l'introduction au chapitre 4, où j'explique mathématiquement les procédures (Chemla et Guo 2004, pp. 322-329). Ces quelques pages donnent des éléments plus complets de bibliographie.

Ces deux textes proviennent du classique mathématique de la Chine ancienne que nous avons évoqué plus haut, *Les Neuf Chapitres*, et ils permettent d'exécuter des opérations : l'extraction de racine carrée (texte de gauche) ou de racine cubique (texte de droite). Observons, en premier lieu, la colonne de gauche. En reprenant la terminologie de l'exécution d'une division (« dividende », « quotient », « diviseur », « faire progresser », « éliminer », « rétrograder », tous termes que j'ai marqués en blanc), le texte donne à voir en quoi l'extraction de racine est une forme de division. Cependant, la rédaction articule ces termes avec d'autres (en italiques) qui mettent en évidence également ce en quoi l'extraction de racine ne se réduit pas purement et simplement à cette autre opération. Cette forme textuelle, qui prescrit l'exécution tout en donnant à voir la relation entre extraction et division, constitue un outil de travail, élaboré par les acteurs, et par le biais duquel les liens exacts entre extraction et division continueront d'être explorés au cours des siècles ultérieurs. Ce travail s'exprimera à l'aide des mêmes formes textuelles : en réécrivant le texte de la procédure d'extraction de racine de façon à mettre en évidence autrement comment son exécution se corréle au processus d'une division. On comprend, en un premier sens, comment un type de texte a été façonné en lien avec une question mathématique.

Si l'on observe à présent la colonne de droite, on saisira aisément que les mêmes remarques s'appliquent : le texte donnant les moyens d'exécuter l'extraction d'une racine cubique énonce, par le même geste, une manière de concevoir les liens entre cette opération et la division. La même forme textuelle est mobilisée pour un objectif comparable. Mais il y a plus : les procédures d'extraction de racine sont également écrites de façon à énoncer comment l'auteur interprète la relation mathématique entre ces deux opérations. La même forme d'expression est donc mise en œuvre une troisième fois, pour explorer, à présent, la corrélation entre extractions de racine. En comparant les colonnes de droite et de gauche, le lecteur se convaincra aisément du fait que les textes ont été écrits pour énoncer une relation entre les deux processus d'exécution, et, partant, entre les deux opérations. Observons, par exemple, l'énoncé : « Une fois le **quotient** obtenu, *on en multiplie la baguette empruntée, 1, **une fois***, ce qui fait le **diviseur**... ». A quoi bon signifier que l'on multiplie « une fois » (prescrire une multiplication suffirait !), sinon pour mettre en valeur que, dans l'opération à laquelle on compare l'extraction de racine, on multiplie « deux fois » ? Plus généralement, j'ai marqué par des caractères gras les modifications parallèles de la division qui conduisent au texte d'une extraction de racine, ajoutant des soulignements là où ces modifications sont pratiquées de façon comparable, mais différente, d'une extraction à l'autre. Ainsi, les rédactions expriment, à même le texte, un système de relations qu'aucun énoncé spécifique ne formule explicitement. Là encore, cependant, toutes ces relations feront l'objet d'un travail mathématique ultérieur, qui se pratiquera et s'exprimera jusqu'au XIII^e siècle par le biais de réécritures de ces textes qui remanient la manière de comprendre ces liens. C'est dire que, faute de lire ce que les textes énoncent d'une manière inattendue, l'historien s'expose à passer à côté de l'enjeu principal qui s'explore et se formule par ces formes textuelles.

Le lecteur pourra s'étonner du caractère étrange de cette pratique de travail. Si l'on se rappelle que le parallélisme entre énoncés est, en Chine, une technique d'écriture omniprésente dans textes et inscriptions²⁶, et qu'il s'exprime par ce biais la conception des relations qu'entretiennent les situations ainsi mises en miroir, la chose devient moins surprenante. Dans le cas de nos procédures d'extraction de racine, ce n'est donc pas tant la langue chinoise que les pratiques textuelles des locuteurs, qui sont mises à profit pour

²⁶ On pourra se reporter aux diverses contributions de (Jullien éd. 1989).

façonner une manière de travailler en mathématique²⁷. Cependant, cette pratique de l'écriture en énoncés parallèles est recyclée pour être adaptée aux spécificités des opérations à pratiquer. Tout d'abord, elle se trouve à présent étendue au niveau du texte complet de la procédure. Par ailleurs, elle est assouplie, rendue plus flexible, pour être accommodée aux relations explorées : dans la colonne de droite, j'ai marqué en caractères plus petits les opérations qu'il faut ajouter à l'extraction de racine cubique pour maintenir la relation globale entre cette dernière opération et, d'une part, la division, de l'autre, l'extraction de racine carrée. De telles additions ne sont pas licites dans la pratique courante des énoncés parallèles. Au total, on comprend une nouvelle fois comment des formes textuelles spécifiques, mises au point en relation avec un projet que des acteurs reconnaîtront comme pertinent sur de nombreux siècles, leur permettent de pratiquer un travail plein de sens mathématiquement en s'appuyant sur leurs écrits.

De fait, les textes de procédures qu'illustre la figure 3 sont également artificiels par d'autres biais. Que les termes employés pour désigner « dividende » et « diviseur » (*shi* 實 et *fa* 法, respectivement) soient des mots de la langue usuelle pris ici avec des sens techniques, on le conçoit aisément. Cependant, l'usage de ces termes, lui non plus, n'est pas conforme à l'ordinaire. Prenons, par exemple, le terme « diviseur ». Selon le moment d'une exécution de l'opération auquel on considèrera le nombre auquel ce terme renvoie, la valeur numérique qu'il désigne sera différente. Ce phénomène, qu'on désigne par l'expression technique d'« assignation de variables », est bien connu de ceux qui ont rédigé des programmes dans des langues comme FORTRAN 77, et il permet de donner sens à des énoncés du type « $sum = sum + i$ »²⁸. C'est, en particulier, le recours à cet usage des termes, spécifique au contexte mathématique considéré, qui permet de faire entrer l'exécution d'une extraction de racine dans le moule d'une division. L'utilisateur qui n'a pas été averti de cet emploi des termes sera bien en peine d'employer nos textes de procédures. Il lui faut avoir été acculturé au fonctionnement spécifique de ces écrits pour travailler avec eux. C'est la marque de ce que sous-langages comme formes textuelles sont attachés à des cultures locales de travail. Les praticiens ultérieurs de mathématiques en Chine, d'ailleurs, ne considèrent pas que ces pratiques aillent de soi. Nous avons mentionné plus haut le commentateur du XIII^e siècle Yang Hui : il est intéressant de noter qu'il éprouve le besoin d'explicitier ce fonctionnement des termes lorsqu'un texte d'algorithme y recourt. Enfin, avec la pratique de comparaison entre opérations que nous avons décrite et la recherche par ce biais d'une meilleure compréhension des relations entre elles, le terme de « diviseur » connaîtra des glissements progressifs de sens. Il finira par prendre, dans certains textes postérieurs au XIII^e siècle, le sens abstrait d'« opérateur ».

Je citerai à présent le texte complet de l'algorithme d'extraction de racine carrée pour pointer deux autres biais par lesquels il est artificiel (tout comme l'algorithme apparenté pour la racine cubique). Pour ce faire, je soulignerai d'autres éléments du texte dans la traduction que voici :

“On place le nombre-produit comme dividende. Empruntant une baguette, on la fait progresser, en sautant une colonne. Une fois le quotient obtenu, on en multiplie la baguette empruntée, 1, une fois, ce qui fait le diviseur; puis, avec lui,

²⁷ Je n'y ai pas insisté, mais ces types de parallélisme sont largement mises en œuvre dans le formulaire de Li Ye, voir (Chemla 1990).

²⁸ Voir l'exemple en ligne : <http://www.tat.physik.uni-tuebingen.de/~kley/lehre/ftn77/tutorial/loops.html>, consulté le 23 avril 2019. (Knuth 1973, vol. 1, p. 3) commente cette opération.

on élimine. Après avoir éliminé, on double le diviseur, ce qui donne le diviseur déterminé.

Si, à nouveau, on élimine, on réduit le diviseur, en le rétrogradant.

A nouveau, on place une baguette empruntée; on la fait progresser **comme au début**; puis avec le quotient suivant, on la multiplie une fois. Ce qui est obtenu en auxiliaire est ajouté au diviseur déterminé ; et, avec lui, on élimine. Ce qui a été obtenu en auxiliaire rejoint le diviseur déterminé.

Si l'on divise à nouveau, on diminue en rétrogradant comme avant.

Si, par extraction, le (nombre-produit) n'est pas épuisé, c'est qu'on ne peut pas en extraire la racine. Il faut alors le (le nombre-produit) nommer avec « côté ». ”

On note, dans la formulation, la présence d'un certain nombre de conditionnelles, ainsi que des renvois à des opérations antérieures, que dénotent les expressions « comme au début » ou « comme avant ». Penchons-nous, tout d'abord, sur ces références à des énoncés antérieurs. Comme les commentateurs l'expliquent, le renvoi, pour pratiquer le déplacement d'une baguette, à l'énoncé du « début » du texte, implique que l'usager reprenne, à cette prescription antérieure, la manière dont il convient de « faire progresser » l'unité en question. Plus intéressante, car plus complexe, est la prescription « on diminue en rétrogradant comme avant ». Elle implique que le lecteur se reporte au même énoncé en amont dans le texte, et reprenne l'ensemble des opérations depuis ce point jusqu'à rencontrer la même condition à nouveau. La pratique pertinente du texte suppose donc que l'utilisateur connaisse le mode de circulation que requiert la liste des opérations et qui lui permettra, pour chaque cas, de déduire, par une navigation adéquate, les opérations à pratiquer. En d'autres termes, le texte de la procédure d'extraction de racine carrée peut être utilisé pour n'importe quelle valeur numérique, mais les exécutions concrètes d'une extraction nécessitent des listes d'opérations distinctes selon les cas, et elles seront produites par le biais de circulations propres à l'intérieur du texte.

C'est l'un des traits par lesquels l'usage de ce texte est spécifique. Le second trait nous ramène aux conditionnelles qui émaillent le texte. Ce sont elles qui guident la circulation adaptée entre les parties du texte, mais encore faut-il que le lecteur sache les traiter. L'extraction correcte suppose que, rencontrant la prescription « Si, à nouveau, on élimine, on réduit le diviseur, en le rétrogradant », l'utilisateur continue, en cas de réponse positive, à appliquer la liste d'opérations qui lui fait suite. En revanche, si le cas traité ne satisfait pas à cette condition, il doit se reporter à la conditionnelle qui clôt le texte. Finalement, devant une réponse positive face à l'énoncé « Si l'on divise à nouveau, on diminue en rétrogradant comme avant », il doit, comme nous l'avons vu, rebrousser chemin et reprendre la liste d'opérations à partir d'un point en amont du texte. On conçoit la précision avec lequel le texte de la procédure a été rédigé ainsi que le savoir dont les utilisateurs doivent jouir pour le mettre en œuvre. Il traduit, par un autre biais, l'acculturation nécessaire aux acteurs qui travaillent avec ces procédures.

Conclusion

L'examen du formulaire de Li Ye et des textes de procédures des *Neuf Chapitres* que nous avons livré éclaire les raisons fondamentales pour lesquelles des approches comme celle de Granet aussi bien en fait que celle de Needham et de Robinson sont insatisfaisantes pour aborder la question des relations entre langue et science. Nous avons vu comment nos acteurs élaborent des sous-langages et des formes de textes spécifiques, aussi bien que des usages des

uns et des autres, en relation avec les problèmes qu'ils visent à résoudre. Envisager, donc, les propriétés de la « langue chinoise », au regard d'idées générales que l'on se fait sur les besoins de l'activité scientifique apparaît comme une démarche peu propice à saisir les formations d'idiomes particuliers au sein de cultures de travail spécifiques et en prise avec des projets particuliers. Que l'on en tire des conclusions inverses (Granet, d'un côté, en insistant sur l'urgence de transformer radicalement le chinois, Needham et Robinson, de l'autre, en en louant les qualités), peu importe. L'approche me semble trop éloignée de la science telle qu'elle se fait.

Je plaide, au rebours, pour le développement d'un programme qui, poursuivant la démarche que j'ai proposée, examine, de façon *située* et *dynamique*, la manière dont les acteurs façonnent leurs sous-langages et leurs formes textuelles. A suivre cette piste, selon moi, nous comprendrons mieux en quoi ces formations langagières sont pour eux non pas seulement des moyens d'expression, mais plus fondamentalement, des outils de travail. Et nous verrons plus clairement comment nos acteurs élaborent conjointement, d'un côté, leurs concepts et leurs résultats, de l'autre, l'environnement matériel de leurs recherches et les usages qu'ils en font. En d'autres termes, nous saisissons plus clairement pourquoi sous-langages et formes textuelles sont des indices des cultures mathématiques façonnées par les acteurs pour leur travail mathématique.

Légendes

Figure 1 : (Figure 1a) L'unique figure de *Mesures du cercle sur le miroir de la mer*, Edition du *Tongwenguan* 同文館, 1876. (Figure 1b) Transcription de l'unique figure de *Mesures du cercle sur le miroir de la mer*, où les caractères désignant les points sont remplacés par des lettres de l'alphabet et où les nombres placés dans l'angle droit d'un triangle désignent les triangles en question.

Figure 2 : Table insérée dans le chapitre « *Gou gu* 勾股 (Triangle rectangle) », Yang Hui 楊輝, *Xiangjie jiuzhang suanfa* 詳解九章算法 (*Méthodes mathématiques expliquant en détail les Neuf Chapitres*), 1261, Edition publiée par Song Jingchang 宋景昌 1842, Collection *Yijiatang congshu* 宜稼堂叢書, p. 45a

Figure 3 : Les procédures d'extraction de racine carrée (à gauche) et cubique (à droite) des *Neuf Chapitres sur les procédures mathématiques*, 1er siècle de notre ère.

Bibliographie

- AUSTIN John L. (1962). *How to do things with words. The William James Lectures delivered at Harvard University in 1955*, Oxford, Clarendon Press.
- CHEMLA Karine (1982). *Etude du livre Reflets des mesures du cercle sur la mer de Li Ye* (1248), Thèse de troisième cycle, Université Paris XIII.

- CHEMLA Karine (1990). « Du parallélisme entre énoncés mathématiques. Analyse d'un formulaire rédigé en Chine au XIII e siècle », *Revue d'Histoire des Sciences*, vol. 43, n° 1, p. 57-80.
- CHEMLA Karine (2006). « Artificial Languages in the Mathematics of Ancient China », *Journal of Indian Philosophy*, vol. 34, n° 1 – 2, p. 31-56.
- CHEMLA Karine (2007). « Penser sur la science avec les mathématiques de la Chine ancienne ». In *La pensée en Chine aujourd'hui*, édité par Anne Cheng, Paris, Gallimard, p. 353-386, 432-438.
- CHEMLA Karine (2019). « Needham and the issue of Chinese as a language for science: Taking a linguistic turn materially », *Isis*, vol. 110, n° 1, p. 109-115.
- CHEMLA Karine et GUO Shuchun (2004). *Les neuf chapitres. Le Classique mathématique de la Chine ancienne et ses commentaires*, Paris, Dunod.
- CHEMLA Karine et VIRBEL Jacques, éd. (2015). *Texts, Textual Acts and the History of Science*, Dordrecht, Springer, « Archimedes ».
- CHEMLA Karine et FOX KELLER Evelyn, éd. (2017.) *Cultures without culturalism: The making of scientific knowledge*, Durham and London, Duke University Press.
- DUCROT Oswald (1972 [1980]). *Dire et ne pas dire. Principes de sémantique linguistique*. Deuxième édition corrigée et augmentée, Paris, Hermann, « Savoir ».
- GOUDINEAU Yves (2004). « Lévi-Strauss, la Chine de Granet, l'ombre de Durkheim. Retour aux sources de l'analyse structurale de la parenté », *Cahiers de l'Herne, numéro spécial " Lévi-Strauss "*, p. 165-178.
- GRANET Marcel (1920 [1990]). « Quelques particularités de la langue et de la pensée chinoises », *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, vol. LXXXIX, n° 1 (partie 1) ; 2 (partie 2), p. 98-128, 161-195. Republié dans: Marcel GRANET (1953), *Etudes sociologiques sur la Chine*, Paris, Presses Universitaires de France, p. 99-155. Volume réimprimé en 1990.
- GRANET Marcel (1929 [1968]). *La civilisation chinoise, L'évolution de l'humanité*, Paris, Albin Michel, « L'évolution de l'humanité ».
- GRANET Marcel (1934 [1968]). *La pensée chinoise, L'évolution de l'humanité*. Paris: Albin Michel, 1934 [1968], « L'évolution de l'humanité ».
- GRANET Marcel (1953). *Etudes sociologiques sur la Chine*, Paris, Presses Universitaires de France.
- HARBSMEIER Christoph (1998). *Language and logic*. Volume édité par Kenneth Robinson. *Science and civilisation in China*, Vol. VII.I, Cambridge, Cambridge University Press.
- HERAN François (2009). *Figures de la parenté. Une histoire critique de la raison structurale*, Paris, Presses Universitaires de France, « Sociologies ».
- JULLIEN François, éd. (1989). *Parallélisme et appariement des choses. Extrême-Orient, Extrême-Occident*, vol. 11, Saint-Denis, Presses Universitaires de Vincennes.
- KNUTH Donald Ervin (1973). *The Art of computer programming*, deuxième édition, 3 vol., Reading, Mass., Addison-Wesley Pub. Co.
- LIN Lina 林力娜 (CHEMLA Karine) (1993). « Li Ye *Ceyuan Haijing* de jiegou ji qi dui shuxue zhishi de biaoshi 李冶測圓海鏡的結構 及其對數學知識的表示 (Structure de textes et expression de connaissances mathématiques dans le Ce Yuan Hai Jing de

Li Ye)", 數學史文集 *Shuxueshi wenji* (*Recueil d'articles sur l'histoire des mathématiques*), vol. 5, p. 123-142.

ROBINSON Kenneth et NEEDHAM Joseph (2004). « Literary Chinese as a language for science ». In *Science and civilisation in China*. Vol. VII. II: *General Conclusions and Reflections. With the collaboration of Kenneth Girwood Robinson and Ray Huang (Huang Jen-Yü) and including contributions by them, with an introduction by Mark Elvin. Edited by Kenneth Girwood Robinson*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 95-198.

測圓海鏡細草卷第一

翰林學士知

制誥同修

國史欒城李冶撰

Figure 1a

圓城圖式

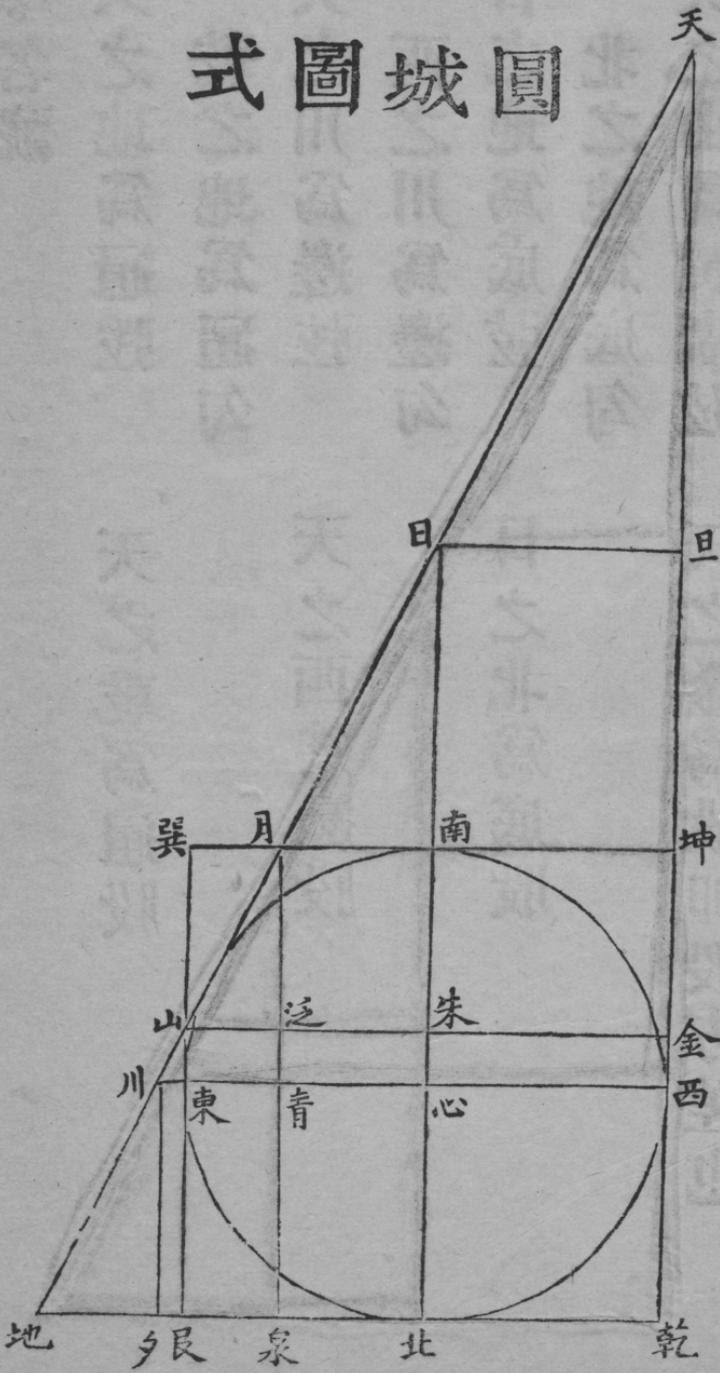


Figure 1b

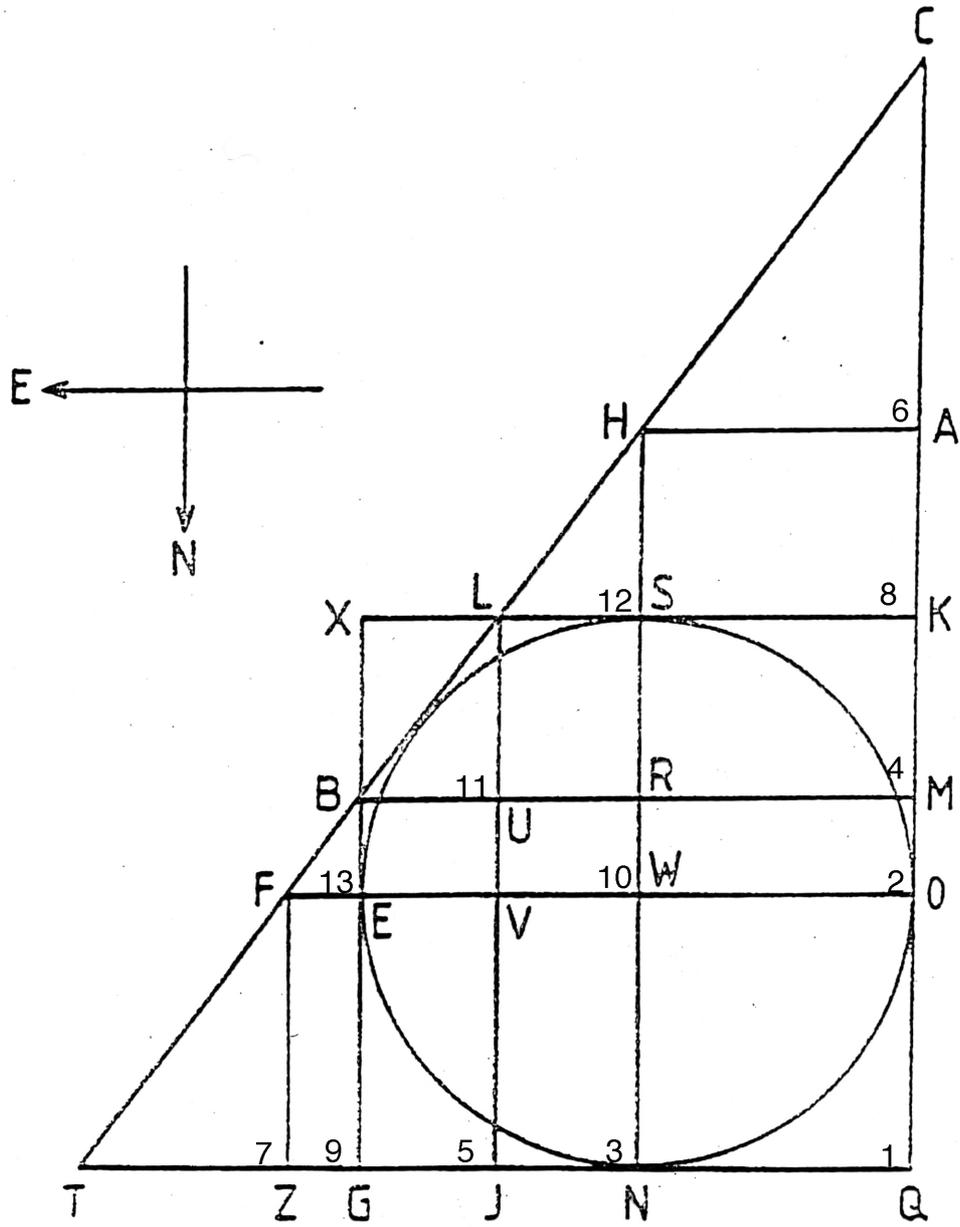


Figure 2

勾股生變十三名圖勾股弦併而為和減而為較等而為變為段自乘為積為幕有用而取無用不取立圖而驗之

弦較較	弦和和	弦較和	弦和和	股較和	股和和	勾較較	勾和和	弦股較	弦股和	直田長	直田闊	釋名
以弦勾股較	弦勾股較	弦勾股較	弦勾股較	弦勾股較	弦勾股較	弦勾股較	弦勾股較	弦勾股較	弦勾股較	田兩隅表	田兩隅表	假令數
十六	四十四	一十四	一十四	一十四	一十四	一十四	一十四	一十四	一十四	十七	十五	八
三段	一段	九段	五段	七段	六段	五段	二段	一段	一段	四段	三段	二段
二	四	二	二	三	三	三	三	三	三	二	二	二
一百	三十六	一千六百	五百七十六	一千二十四	六百三十五	五百二十九	四	八十一	四十九	三百九十九	三百三十五	六十四

en notation polonaise
 c soustrait de b a somme
 弦減勾股共數

en notation infixe
 a somme b
 勾共弦

Extraction d'une racine carrée:

“On place le *nombre-produit* comme dividende. *Empruntant une **baguette***, on la fait progresser, en sautant une colonne.

Une fois le quotient obtenu, on en multiplie la *baguette empruntée*, 1, **une fois**, ce qui fait le diviseur; puis, avec lui, on élimine.

Après avoir éliminé, on **double** le diviseur, ce qui donne le diviseur **déterminé.**”

“Si, à nouveau, on élimine, on réduit le diviseur, en le rétrogradant.”

“**A nouveau**, on place une *baguette empruntée*; on la fait progresser comme au début; ...”

Extraction d'une racine cubique:

“On place le *nombre-produit* comme dividende. *Empruntant une **baguette***, on la fait progresser, en sautant deux colonnes.

Une fois le quotient obtenu, on en multiplie la *baguette empruntée*, 1, **deux fois**, ce qui fait le diviseur; puis, avec lui, on l'élimine.

Après avoir éliminé, on **triple** ceci (le diviseur), ce qui donne le diviseur **déterminé.**”

“Si, à nouveau, on élimine, on réduit (le diviseur), en le rétrogradant.” On multiplie the nombre obtenu par trois et on (le) place dans la rangée du milieu.”

“**A nouveau**, on emprunte une *baguette* et on la place dans la ligne du dessous; on les fait progresser, le milieu en sautant une colonne, le dessous, **deux**, ...”