



HAL
open science

Le livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets

Rémi Anicotte

► **To cite this version:**

Rémi Anicotte. Le livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets. 2019, 10.4000/books.pressesinalco.18815 . hal-03453516

HAL Id: hal-03453516

<https://hal.science/hal-03453516v1>

Submitted on 22 Dec 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.

Le livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets

Un manuscrit du - I^{er} siècle excavé à Zhangjiashan

A Book on reckonings with counting rods – French translation with commentaries of a manuscript of the 2nd century BCE excavated at Zhangjiashan
西漢《算數書》的法文翻譯和注釋

Rémi Anicotte

DOI : 10.4000/books.pressesinalco.18815
Éditeur : Presses de l'Inalco
Lieu d'édition : Paris
Année d'édition : 2019
Date de mise en ligne : 25 avril 2019
Collection : AsieS
EAN électronique : 9782858313099



<http://books.openedition.org>

Édition imprimée

Date de publication : 15 avril 2019
EAN (Édition imprimée) : 9782858313082
Nombre de pages : 336

Ce document vous est offert par Bibliothèque Interuniversitaire de Montpellier



Référence électronique

ANICOTTE, Rémi. *Le livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets : Un manuscrit du - I^{er} siècle excavé à Zhangjiashan*. Nouvelle édition [en ligne]. Paris : Presses de l'Inalco, 2019 (généré le 28 novembre 2021). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/pressesinalco/18815>>. ISBN : 9782858313099. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.pressesinalco.18815>.

© Presses de l'Inalco, 2019
Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International - CC BY-NC-SA 4.0

**LE LIVRE SUR LES CALCULS EFFECTUÉS
AVEC DES BÂTONNETS**

UN MANUSCRIT DU – II^E SIÈCLE EXCAVÉ À ZHANGJIASHAN

Collection

Asie(s)

Directeur.trices de collection

Catherine Capdeville-Zeng, Matteo De Chiara, Jean-Michel Butel

Expertise

Cet ouvrage a été évalué en double aveugle

Fabrication

Julien Saint-Sevin

Maquette intérieure

Nathalie Bretzner

Illustration de couverture

© Photographie personnelle Rémi Anicotte

Licence

CC-BY-NC-SA 4.0

Diffusion électronique

[open editions](#)

<http://www.i6doc.com/>

Cet ouvrage a été réalisé par les Presses de l'Inalco sur Indesign avec Métopes, méthodes et outils pour l'édition structurée XML-TEI développés par le pôle Document numérique de la MRSH de Caen.

CC-BY-NC-SA 4.0

2018, Presses de l'Inalco

2, rue de Lille – 75343 Paris Cedex 07 – France

ISBN : 978-2-85831-308-2

LE LIVRE SUR LES CALCULS EFFECTUÉS AVEC DES BÂTONNETS

UN MANUSCRIT DU – II^E SIÈCLE EXCAVÉ À ZHANGJIASHAN

Rémi ANICOTTE

inalco
PRESSES

BRÈVE CHRONOLOGIE

Dates	Périodes historiques	Événements
– 475 ~ – 221	Période des Royaumes combattants	Le pouvoir de la dynastie Zhou est défié par ses vassaux. Composition de la table de calcul conservée à l'université Tsinghua.
– 221 ~ – 206	Dynastie Qin fondée par Qin Shi Huangdi	L'écriture sigillaire Qin est imposée à tous. Composition de <i>Nombres</i> [<i>Shù</i> 數] (ca. – 212) et des écrits mathématiques conservés à l'université de Pékin.
– 206 ~ 9	Dynastie des Han occidentaux fondée par Liu Bang qui établit sa capitale à Chang'an	Composition des manuscrits excavés <i>Livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets</i> [<i>Suàn shù shū</i> 算數書] (ca. – 186) et <i>Procédures de calcul</i> [<i>Suàn shù</i> 算術] (ca. – 157).
9 ~ 25	Dynastie Xin de Wang Mang	
25 ~ 220	Han orientaux (capitale à Luoyang puis à Xuchang)	L'écriture régulière <i>kāishū</i> s'impose.
220 ~ 420	Période des Trois Royaumes Dynastie Jin Seize Royaumes	Liu Hui annote les <i>Neuf Chapitres</i> .
420 ~ 589	Dynasties du Nord et du Sud	

581 ~ 618	Dynastie Sui	
618 ~ 907	Dynastie Tang	Li Chunfeng commente le <i>Gnomon des Zhou</i> et la version annotée par Liu Hui des <i>Neuf Chapitres</i> .
907 ~ 960	Cinq Dynasties et Dix Royaumes	
960 ~ 1279	Dynastie Song	Gravure des versions annotées et commentées des <i>Neuf Chapitres</i> , du <i>Gnomon des Zhou</i> et d'ouvrages mathématiques postérieurs aux Han.
1271 ~ 1368	Dynastie Yuan ^a	
1368 ~ 1644	Dynastie Ming	Composition de l'encyclopédie Yongle qui intègre les <i>Neuf Chapitres</i> . Introduction des mathématiques européennes. Déclin des bâtonnets de calculs en Chine au bénéfice du boulier.
1644 ~ 1911	Dynastie Qing	Entrée des <i>Neuf Chapitres</i> dans la Bibliothèque en Quatre Magasins.
1912 ~	République de Chine ^b République populaire de Chine ^c	Adoption des notations mathématiques occidentales ^d . Excavations de manuscrits Qin-Han inédits.

a. Proclamation en 1271 par Kubilai Khan, fin de la conquête des Song du Sud en 1279.
b. Proclamation le 1^{er} janvier 1912 à Nanjing.
c. Proclamation le 1^{er} octobre 1949 à Pékin.
d. On pourra se reporter à BRÉARD (2001, 2004) et à ANICOTTE (2014).

ABRÉVIATIONS

ABRÉVIATIONS DANS LA TRANSCRIPTION ET LA TRADUCTION

/n•/ : marque le début du texte sur la lamelle *n* (numéros attribués à chaque lamelle par l'équipe de collation des textes de Zhangjiashan).

/•n/ : signale la fin du texte de la lamelle *n*.

[*sic*] : signale dans le texte chinois que le fragment qui précède contient une erreur.

[*recte* : *texte*] : insère dans la traduction française un *texte* qui est la rectification d'une coquille signalée par [*sic*] dans le texte chinois.

[*texte*] : insère dans la traduction française un élément textuel qui n'était pas dans l'original chinois (mais dont la traduction se passerait difficilement).

ABRÉVIATIONS DANS LES GLOSES LINGUISTIQUES

CAUS : causatif. **CLF** : classificateur. **CONJ** : conjonction. **CRS** : (anglais *Currently Relevant State*) particule qui marque que la situation est nouvelle (en chinois elle est placée à la fin de la proposition). **DECL** : terme qui marque une proposition déclarative (survient en fin de proposition en chinois). **DEM** : pronom démonstratif. **DET** : marque du déterminant (qui est placé avant le terme déterminé en chinois). **NEG** : négation. **NMLZ** : (anglais *nominalizer*) terme qui nominalise (ce qu'il précède en chinois). **OBJ** : pronom complément d'objet. **PASS** : marque du passif. **POSS** : pronom possessif. **TOP** : marque que (ce qui précède en chinois) est le thème (anglais *topic*) d'une proposition. **2** : 2^e personne. **3** : 3^e personne.

Ces abréviations sont celles recommandées par les *Leipzig Glossing Rules* librement disponibles en ligne.

Nous utilisons aussi {*nombre*} pour représenter un morphème numérique de la langue. Dans l'analyse de notre manuscrit apparaissent :

a) les entiers *yī* {1}, *èr* {2}, *sān* {3}, *sì* {4}, *wǔ* {5}, *liù* {6}, *qī* {7}, *bā* {8}, *jiǔ* {9}, *shí* {10}, *bǎi* {100}, *qiān* {1 000} et *wàn* {10 000}. Le morphème *bǎi* est indifféremment représenté {100} ou {10²}, *qiān* {1 000} ou {10³}, *wàn* {10 000} ou {10⁴};

b) les formes supplétives des fractions 1/2, 1/3 et 2/3 : respectivement *bàn* {1/2}, *shǎobàn* {1/3} et *tàibàn* {2/3} qui ne s'analysent pas avec les noms d'entiers *yī* {1}, *èr* {2} ou *sān* {3}.

LECTURE DU *PINYIN*

Voici quelques indications concernant la prononciation du *pinyin* qui est la transcription du mandarin moderne que nous utilisons dans le présent ouvrage.

Les consonnes et groupes de consonnes en position initiale possèdent généralement les mêmes valeurs qu'en français. Les exceptions sont *c*, *h*, *q*, *r*, *x*, *z*, *ch*, *sh* et *zh*.

La lettre *c* se prononce comme un *ts*' assez fortement expiré et fait le pendant à *z* qui se prononce *ts* sans expiration.

La séquence *ch* se prononce *tch*' fortement expiré, alors que *zh* se lit *tch* sans expiration, ces consonnes *ch* et *zh* s'articulent avec la pointe de la langue levée vers le palais : on parle de consonnes rétroflexes.

En revanche *x*, *j* et *q* ont une articulation palatale, ce qui signifie que le dos de la langue est levé vers le palais et que la pointe de la langue est placée contre les incisives du bas ; *x* est proche du *ich-laut* allemand, *q* est un *tch*' palatal fortement expiré, *j* est un *tch* palatal non expiré.

Le *h* est plus emphatique que le *h aspiré* anglais, il se prononce à peu près comme la *jota* espagnole ou le *ach-laut* allemand.

Le *r* est proche du *j* français dans *jeu*, voire du *r* rétroflexe de l'anglais américain.

Les voyelles *i* et *o* sont proches de leurs valeurs respectives en français.

Le *ü* se prononce comme le *u* français dans *lutte*.

Le *u* se prononce généralement comme le *ou* français dans *bambou*, mais se prononce *u* après *j*, *q* et *x* (la transcription fait l'économie du tréma parce que ces trois consonnes ne sont jamais suivies du son *ou*), et aussi après *y* dans *yu* (une syllabe qui se prononce *u*) et finalement dans la séquence *-ue*.

Le *e* peut généralement être approximé par le *e* français dans l'article *le*, mais c'est le *ê* de *même* dans *-ue* et c'est le *é* de *changé* dans la diphtongue *-ei*.

La voyelle *a* peut généralement être approximée par le *a* français, mais, dans *-ian*, elle se prononce comme le *ê* de *même*.

Les seules consonnes finales sont *-n* et *-ng* qui s'articulent comme en anglais.

On a les diphtongues *-ai*, *-ei*, *-ao*, *-ue* et *-ou* dans lesquelles les deux voyelles se prononcent clairement. La suite de lettres *-un* cache une diphtongue *-uen* et *-ui* se dit en fait *-uei*.

Les accents sur certaines voyelles, par exemple *ā*, *á*, *ǎ* et *à*, marquent les tons des syllabes correspondantes, le mandarin distinguant quatre tons.

LES UNITÉS DE MESURE DANS LE MANUSCRIT

Masses	
1 <i>shí</i> 石 =	46 080 <i>zhū</i> 銖
1 <i>jūn</i> 鈞 =	11 520 <i>zhū</i> 銖
1 <i>jīn</i> 斤 =	384 <i>zhū</i> 銖
1 <i>liǎng</i> 兩 =	24 <i>zhū</i> 銖

Capacités	
1 <i>shí</i> 石 =	100 <i>shēng</i> 升
1 <i>dǒu</i> 斗 =	10 <i>shēng</i> 升

Longueurs	
1 <i>lǐ</i> 里 =	1 000 <i>cùn</i> 寸
1 <i>zhāng</i> 丈 =	100 <i>cùn</i> 寸
1 <i>bù</i> 步 =	60 <i>cùn</i> 寸
1 <i>chǐ</i> 尺 =	10 <i>cùn</i> 寸
1 <i>wéi</i> 圍 =	3 <i>chǐ</i> 尺

Aires	
1 <i>qǐng</i> 頃 =	100 <i>mǔ</i> 畝

Le livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets : un manuscrit du – II^e siècle excavé à Zhangjiashan

Résumé : l'ouvrage présente, traduit et commente le *Suan shu shu* 算數書, un manuscrit chinois du – II^e siècle excavé pendant l'hiver 1983-84. Sa découverte a bouleversé les connaissances sur les sources anciennes des mathématiques en Chine. La traduction et ses commentaires permettent de mieux comprendre le texte et son contexte, ils mettent en résonance l'archéologie des textes excavés, le chinois ancien, l'histoire des mathématiques et la vie en Chine sous les Han. La traduction française est accompagnée du texte original, de sa transcription *pinyin* et d'un mot-à-mot.

Mots-clés : *Suan shu shu* 算數書 ; textes excavés ; histoire des mathématiques ; vie matérielle sous la dynastie Han ; chinois ancien ; standardisation linguistique ; numération ; lexique mathématique ; outils de calcul ; unités de mesure ; bâtonnets de calculs.

A Book on reckonings with counting rods – French translation with commentaries of a manuscript of the 2nd century BCE excavated at Zhangjiashan

Abstract: this book presents, translates and comments the *Suan shu shu* 算數書, a Chinese manuscript of the 2nd century BCE excavated during the winter 1983-84. Its discovery challenged what was known of the ancient sources of the mathematics in China. The translation and commentaries help understand the text and its context, they connect the archaeology of excavated texts, old Chinese, the history of mathematics and the life in China under the Han. The French translation comes with the original text, its *pinyin* transliteration and a word-by-word translation.

Keywords: *Suan shu shu* 算數書; excavated texts; history of mathematics; material life during the Han dynasty; old Chinese; language standardisation; numeration; mathematics lexicon; calculating tools; units of measurement; counting rods.

西漢《算數書》的法文翻譯和注釋

摘要：本文對1983-84年出土於張家山的西漢竹簡《算數書》全文進行了介紹、注釋和法文翻譯。《算數書》的發現更新了人們對中國當代數學傳世和出土文獻歷史的了解。本文的翻譯和注釋可以幫助人們更加容易地了解和讀懂《算數書》，並且聯繫了出土文獻考古學、古代漢語研究、數學歷史以及西漢時期的物質生活。本文法文翻譯部分包含了原文、原文的漢語拼音和逐字翻譯。

關鍵詞：《算數書》；出土文獻；數學歷史；西漢物質生活；古代漢化；語言規範化；計數系統；稱數系統；數學詞彙；計算工具；衡量單位；計數算籌。

INTRODUCTION

Le premier empereur Qin Shi Huangdi unifia la Chine en – 221. Quand il s'éteignit en – 210, il avait imposé aux vaincus les règles du royaume de Qin avec son système administratif, légal, fiscal et ses valeurs d'échanges des produits agricoles. Les unités de mesure, la monnaie et le calendrier se trouvaient standardisés dans tout l'empire. Un seul style d'écriture était désormais autorisé, même si la pratique orthographique restait assez libre.

Puis Liu Bang conquiert le pouvoir de haute lutte et proclama la dynastie Han en – 206. La noblesse bafouée par le centralisme Qin se vit réinvestie d'une partie de ses privilèges, sans pour autant que fussent remis en cause l'unité du pays et l'héritage institutionnel Qin. On pourra consulter Bielenstein (1980) sur la continuité des institutions, des réglementations légistes et de la bureaucratie depuis les Qin jusqu'aux Han occidentaux, puis jusqu'aux Han orientaux.

Liu Bang mourut en – 195. Son épouse Lü Zhi assumait alors l'essentiel du pouvoir ; elle devint officiellement régente en – 187. C'est peu après qu'un notable de la région de Jingzhou, dans l'actuelle province du Hubei, fut inhumé avec quelques-unes de ses possessions, dont une caisse de livres, qui devaient l'accompagner dans l'au-delà. Faute d'information sur le personnage enterré, c'est le contenu de sa bibliothèque qui a retenu l'attention. Elle recelait entre autres un recueil de lois de la deuxième année de la régence de Lü Zhi (– 186), un almanach qui court de – 202 à – 186, et le *Livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets*, un texte mathématique d'environ 7 000 caractères écrits sur 190 lamelles de bambou.

Dans le chapitre premier du présent ouvrage, nous présentons la profondeur supplémentaire qu'apporta cette découverte à l'histoire des mathématiques en Chine. Celle-ci ne reposait auparavant que sur des textes transmis et des fragments de textes excavés. Nous expliquons aussi le travail pluridisciplinaire des archéologues, épigraphes, linguistes, historiens et mathématiciens à qui nous devons la retranscription et la ponctuation du texte.

Le chapitre II donne des clés linguistiques qui permettent d'entrer dans la lecture du texte en décrivant des points syntaxiques récurrents de la langue du manuscrit et en explicitant les particularités de l'expression mathématique.

Le manuscrit permet une flânerie dans la Chine du début de la dynastie Han en évoquant certains aspects de la vie matérielle que nous exposons dans le chapitre III. Nous y reprenons ce que le texte évoque des bâtonnets utilisés pour effectuer les calculs, de l'agronomie, du travail des tisserandes et des

coupeurs de bambou, de la confection des flèches empennées, de la nourriture des chevaux de relais, du transport du charbon de bois, de la fonte du bronze, d'un test d'hydratation de la laque, du décreusage de la soie, des proportions d'une préparation grasse, de la mesure et de l'imposition des champs, des valeurs d'échanges des produits agricoles, des emprunts avec intérêts, de la rémunération des services médicaux, de la forme et des dimensions des tombes et des greniers à paille. Autant de données textuelles qui doivent être confrontées aux données archéologiques accumulées en Chine, surtout depuis les années 1950. Cette méthode est le pendant de l'approche décrite par Falkenhausen (2006, 10-13) pour l'archéologie qui exploite quant à elle des données non textuelles tout en opérant des allers-retours entre les artefacts et les écrits transmis ou nouvellement excavés. Sont ainsi livrées d'autres clés de lecture, cette fois historiques et culturelles.

Le chapitre IV donne finalement notre traduction des 69 sections qui composent le *Livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets*. On y trouve des tables de calculs et des règles opératoires concernant les entiers et les fractions, des calculs d'aires et de volumes, de montants d'imposition, d'équivalences entre des quantités de produits agricoles dont on connaît les valeurs d'échanges. Au fil du texte sont aussi abordées des problématiques de logistique et de productivité. Typiquement, une section commence par énoncer les données d'une situation en relation avec la vie sous les Han, puis viennent une question et une réponse sous la forme d'un résultat numérique, suivies d'une liste d'instructions des calculs à faire pour aboutir à ce résultat. Parfois la section énonce une règle générale qui est ensuite mise en œuvre sur un ou des exemples. Et de section en section se peint une fresque du savoir et de la pratique mathématique de la Chine des Han, une pratique dont les spécificités nous amènent en un jeu de miroirs à prendre conscience de nos propres habitudes de pensées.

ARCHÉOLOGIE D'UN TEXTE EXCAVÉ

1-1. LES TEXTES TRANSMIS ET EXCAVÉS

Pendant longtemps, les plus anciens écrits chinois connus traitant de mathématiques¹ furent les *Neuf Chapitres sur les procédures mathématiques* [*Jiǔ zhāng suàn shù* 九章算術], ou plus simplement les *Neuf Chapitres*², et aussi le *Gnomon des Zhou* [*Zhōu bì suàn jīng* 周髀算經]³ qui se limite quant à lui aux mathématiques utiles dans le cadre de calculs astronomiques.

Guo Shuchun⁴ estime que la rédaction des *Neuf Chapitres* a été terminée au milieu du – 1^{er} siècle. Il pense que l'on peut se fier à Liu Hui 刘徽 qui, dans l'introduction à son édition commentée des *Neuf Chapitres*, déclarait que l'ouvrage avait été rédigé au début des Han occidentaux par Zhang Cang 張蒼 et par Geng Shouchang 耿壽昌 sur la base de textes antérieurs à la dynastie Qin. Karine Chemla⁵ souligne quant à elle que la plus grande unité de capacité dans les *Neuf Chapitres* est *hú* 斛, elle en déduit que la composition ne saurait être antérieure au 1^{er} siècle car, selon Michael Loewe (1961), cette unité aurait été introduite à l'époque où Wang Mang était au commandement et au plus tard en l'an 9 (c'est-à-dire peu avant ou peu après qu'il se proclame empereur). Auparavant, le même terme *shí* 石 désignait la plus grande unité de capacité et aussi la plus grande unité de masse⁶, seul usage qu'il conservait après la réforme. Si l'on voulait concilier ces points de vue divergents, il faudrait envisager que le texte des *Neuf Chapitres* aurait été expressément amendé pour écrire *hú* partout

1. La recherche moderne en Chine sur les sources textuelles des mathématiques a été marquée par les travaux de Li Yan (1892-1963) et de QIANG Baocong (1892-1974), on peut notamment consulter Li Yan (1958), QIANG Baocong (1964) et la compilation de leurs œuvres complètes par Du Shiran. En langues occidentales, on peut signaler les présentations générales que donnent NEEDHAM (1959), Li Yan et Du Shiran (1987), MARTZLOFF (1988), YABUUTI (2000).

2. CHEMLA & GUO (2004) donnent une traduction française complète du texte, accompagnée des annotations par Liu Hui 刘徽 et des commentaires de Li Chunfeng 李淳風 et de son équipe.

3. L'ouvrage s'est transmis avec les annotations et commentaires d'auteurs postérieurs aux Han. CULLEN (1996) en donne une traduction anglaise et pense que l'ouvrage aurait été composé au début du 1^{er} siècle à l'époque du régent (puis empereur) Wang Mang. CHEMLA (2013) explique que l'expression de la division dans cet ouvrage le rapproche du *Livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets* [*Suàn shù shū* 算數書] et suggère une date de composition antérieure à celle des *Neuf Chapitres*.

4. CHEMLA & GUO, 2004, p. 43, p. 55-56.

5. CHEMLA & Guo, 2004, p. 201-202 et CHEMLA, 2006.

6. Nous présentons cette unité dans nos sections 2-4-3, 2-4-6 et 2-4-7.

où on aurait trouvé *shí* comme unité de capacité et en gardant *shí* là où il était une unité de masse. Mais seule nous est parvenue la version des *Neuf Chapitres* qui comporte les annotations ajoutées par Liu Hui en 263 et les commentaires adjoints par Li Chunfeng et son équipe en 656⁷. Ainsi, dans l'état actuel des archives archéologiques et textuelles, nous ne saurions trancher entre l'opinion de Karine Chemla et celle de Guo Shuchun. En effet, les *Neuf Chapitres*, en les synthétisant et en étoffant leur dimension théorique⁸, avaient fait disparaître le besoin de transmettre les textes antérieurs dont ils étaient issus. Et on ne s'attendait pas à retrouver des textes précurseurs.

Mais contre toute attente, pendant l'hiver 1983-1984, lors de l'excavation de la tombe Han n° 247 du site archéologique de Zhangjiashan⁹, fut découvert le *Livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets* [*Suàn shù shū* 算數書] (titre que nous abrègerons en *Livre sur les calculs*) qui comportait quelque 7 000 caractères écrits sur 190 lamelles de bambou mesurant 29 à 30 cm de long et 0,6 à 0,7 cm de large. On se trouvait en présence d'un ouvrage inédit que l'on put dater du début du – II^e siècle. Sa langue, son vocabulaire technique et ses problématiques le plaçaient d'emblée dans la même culture mathématique que les *Neuf Chapitres*, et il ne manqua pas de susciter la curiosité des historiens des mathématiques¹⁰ et des linguistes¹¹.

Les lamelles de bambou et de bois furent utilisées comme support d'écriture au moins à partir du – III^e siècle, et au moins jusqu'au III^e siècle¹². Ces lamelles

7. Dans CHEMLA & GUO (2004, 71-97), Guo Shuchun retrace la longue histoire des éditions des *Neuf Chapitres* depuis la première gravure en 1084 du département de la Bibliothèque impériale des Song, l'entrée dans l'encyclopédie de Yongle compilée sous les Ming (1368-1644), l'entrée dans la Bibliothèque impériale en Quatre Magasins des Qing (1644-1911). CHEMLA & GUO (2004), en plus d'offrir une traduction française, proposent aussi une nouvelle édition du texte chinois ; pour saisir l'importance de cette contribution, on peut se référer à l'évaluation qu'en fait VOLKOV (2010).

8. CHEMLA (2006) explique que les *Neuf Chapitres* apportaient des avancées majeures avec le développement d'un vocabulaire technique doublé d'une recherche d'abstraction et de généralisation. Ce à quoi nous ajoutons, dans ANICOTTE (2015b, 2017), la standardisation de l'expression des fractions que l'on ne voit pas encore dans le *Livre sur les calculs*.

9. Zhangjiashan 張家山 appartient au district de Jiangling 江陵 de la ville de Jingzhou 荊州 dans la province du Hubei 湖北.

10. On trouvera dans CULLEN (2007) et ZOU Dahai (2008, 2010) des synthèses sur ce que la découverte de textes de mathématiques excavés a permis de comprendre sur les origines des *Neuf Chapitres* et sur les mathématiques en Chine avant les Han orientaux.

11. Voir notamment ZHANG Xiancheng (2004, 428-433).

12. La date la plus ancienne correspond au site de Shuihudi 睡虎地 dans le Hubei. Ce site appartenait au royaume de Qin, il est daté de – 306 à – 217, c'est-à-dire du temps des Royaumes combattants, avant l'unification par Qin en – 221. La date la plus récente correspond au site de

étaient découpées sur la face extérieure de tiges de bambou, les scribes se servaient d'un pinceau pour y écrire à l'encre.

Aux mêmes époques, les Chinois écrivaient aussi sur des pièces de soie (on a trouvé à Changsha¹³ des manuscrits sur soie des Royaumes combattants et des Han). Ils écrivaient aussi sur des papiers. La tradition attribuée à Cai Lun (début du II^e siècle) l'amélioration radicale du procédé de fabrication du papier qui permit la généralisation de son usage, mais avant cette date on produisait déjà des papiers en recyclant des tissus et des cordes de jute¹⁴. Pourtant ces matériaux souples et légers restèrent longtemps bien plus onéreux que les lamelles de bois ou de bambou dont la matière première se trouvait en abondance.

La Chine ancienne connut d'autres supports d'écriture : les carapaces de tortues et les os de divers animaux sur lesquels furent gravées des inscriptions oraculaires (du – XV^e au – X^e siècle), les bronzes (à partir du – XIII^e siècle), les stèles de pierre (au moins à partir du I^{er} siècle). Les lamelles de bambou et de bois partagent avec ces supports durs une bonne capacité de conservation, à condition d'être préservés de tout risque d'oxydation.

En 1993, on trouva à Guodian 郭店 dans le Hubei, dans une tombe fermée vers – 300, plusieurs textes philosophiques écrits sur un total de 731 lamelles de bambou dans la graphie du royaume de Chu¹⁵. À Zoumalou 走馬樓 en 1996, on découvrit et on entreprit de restaurer quelque 10 000 lamelles non reliées datant de la période des Trois Royaumes¹⁶. En 2002, on trouva 36 000 lamelles qui furent extraites du fond d'un puits à Liye 里耶 dans le Hunan, elles constituaient autant de pièces administratives éparpillées du royaume de Qin.

Nous montrons ci-dessous une reproduction moderne d'un ouvrage sur lamelles de bambou. Les lamelles sont placées côte à côte sur leur longueur et reliées à l'aide de ficelles, généralement sur deux rangs placés au tiers de la longueur des lamelles, il y a parfois trois rangs de ficelles. La reliure est réalisée en nouant une boucle autour d'une lamelle puis des suivantes. On se retrouve alors en présence d'un ruban continu de lamelles sur lesquelles le texte est écrit à l'encre verticalement et de droite à gauche. Pour le ranger, on l'enroule sur lui-même en spirale. La face qui porte le texte est tournée vers l'intérieur, et seul le titre écrit au dos d'une des lamelles reste visible.

Zoumalou 走馬樓 à Changsha dans le Hunan, il est daté de 232 à 238 (pendant la période dite « des Trois Royaumes ») et appartenait au royaume de Wu 吳.

13. Respectivement en 1942 sur le site Chu 楚 de Zidanku 子彈庫 et en 1973 sur le site Han de Mawangdui 馬王堆.

14. On en a trouvé daté du début du I^{er} siècle sur le site de Juyan 居延 à la limite entre le Gansu et la Mongolie-Intérieure.

15. COOK (2012) donne une transcription et une traduction anglaise des textes de Guodian.

16. On trouve des extraits de ces textes dans ZOUMALOU (2004, 2006, 2011) et maints articles dans d'autres recueils ou revues, par exemple, YU Zhenbo (2003).

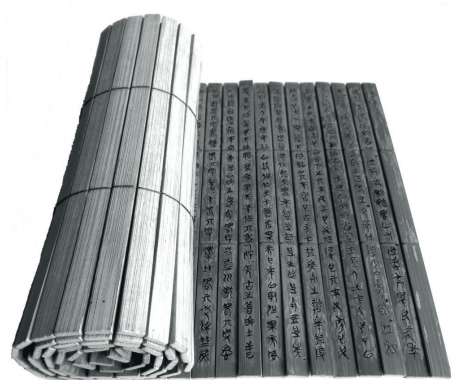


Figure 1-1. Le Livre de la voie et de la vertu de Guodian.

Photographie personnelle d'une réplique réalisée par M. Huang Youzhi 黄友志, artisan établi à Jingzhou.

Dans la tombe n° 247 de Zhangjiashan, les archéologues exhumèrent sept manuscrits composés sur lamelles de bambou :

- l' *Almanach* [*Lì pǔ* 曆譜]¹⁷, un almanach qui court de l'an – 202 à l'an – 186 (les numéros d'excavation des lamelles débutent par la lettre B) ;
- les *Lois et décrets de la deuxième année* [*Èr nián lǜ lìng* 二年律令]¹⁸ (les groupes de lamelles C et F), un recueil de lois édictées la 2^e année de la régence de l'impératrice Lü Zhi ;
- le *Livre des cas en attente de jugements* [*Zòu yàn shū* 奏讞書]¹⁹ (les lamelles E), une compilation de cas en attente de jugement et de jurisprudence ;
- le *Livre de diagnostic* [*Mài shū* 脉書]²⁰ (les lamelles D), un traité médical ;

17. Texte chinois dans WENWU (2001, 127-130).

18. Texte chinois dans WENWU (2001, 131-210), traduction anglaise dans BARBIERI-LOW & YATES (2015, 379-1166) sous le titre *Statutes and Ordinances of the Second Year*.

19. Texte chinois dans WENWU (2001, 211-231), CAI Wanjin (2006) en explicite plusieurs passages dans un ordre thématique et les compare avec d'autres textes juridiques. Une traduction anglaise est disponible dans BARBIERI-LOW & YATES (2015, 1167-1416) qui traduisent le titre par *Book of Submitted Doubtful Cases*.

20. Texte chinois dans WENWU (2001, 233-246).

- le *Gailu* [*Gàilú* 蓋廬]²¹ (les lamelles G), un dialogue sur l'art militaire entre Helü (dit « Gailu ») monarque du royaume de Wu et le stratège Wu Zixu (dit « Shen Xu ») ;
- le *Livre d'exercices de gymnastique* [*Yǐn shū* 引書]²² (les lamelles I), un recueil de prescriptions d'exercices respiratoires et physiques pour rester en bonne santé ;
- le *Livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets* [*Suàn shù shū* 算數書]²³ (les lamelles H), le traité de mathématiques que nous présentons ici et traduisons dans le chapitre IV.

Ailleurs dans la tombe, on a trouvé l'inventaire [*qiāncè* 遣策] des objets enterrés²⁴, il mentionne bien « une caisse de livres » [*shū yī sī* 書一筥]²⁵.

La coupe verticale ci-dessous schématise la disposition des lamelles de bambous au moment de la découverte :

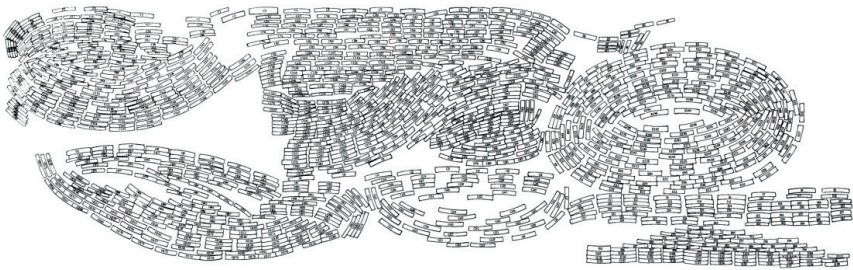


Figure 1-2. Disposition des lamelles de bambou de la tombe n° 247 de Zhangjiashan.

Illustration extraite de Wenwu (2001, 322).

21. Texte chinois dans WENWU (2001, 273-282).

22. Texte chinois dans WENWU (2001, 283-299).

23. Texte chinois dans WENWU (2001, 247-272). Les traductions japonaises, anglaises et en chinois moderne sont présentées dans la section 1-3-3. La traduction française est donnée dans le chapitre IV.

24. Texte chinois dans WENWU (2001, 301-305). FALKENHAUSEN (2006, 318) indique que la coutume de placer dans la tombe un inventaire des objets qui accompagnent le défunt remonte à la dynastie Zhou.

25. *Sī* 筥 est une boîte rectangulaire en bambou d'après WENWU (2001, 304) ; on pourra aussi consulter ZHANG Xiancheng (2008, 577-580) qui commente l'usage du nom *sī* 筥 dans les textes excavés et transmis à la lumière des artefacts découverts par les archéologues.

Les 190 lamelles du *Livre sur les calculs* sont situées en bas à gauche de l'amoncellement, nous en donnons un gros plan ci-dessous. La reliure du manuscrit n'a pas survécu à l'épreuve du temps. Le rouleau dont on voit ici la tranche s'est affaissé et des déplacements verticaux ont partiellement dérangé la disposition des lamelles.

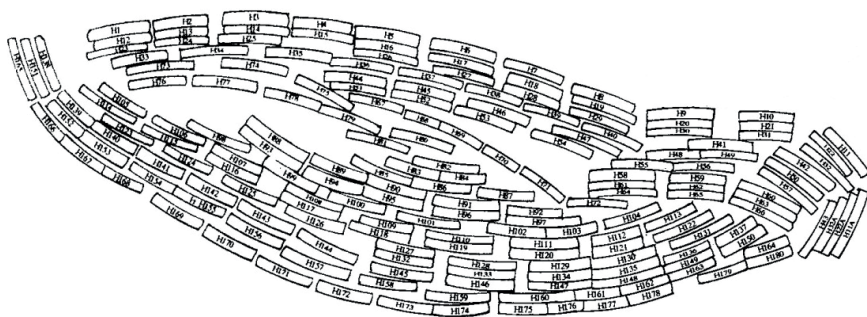


Figure 1-3. Gros plan de la coupe extraite de Wenwu (2001, 322).

22

Les lamelles portent un *numéro d'excavation* précédé d'une lettre majuscule, c'est H pour celle du *Livre sur les calculs*. Elles sont écrites sur une seule face sauf la lamelle n° 6 au verso de laquelle se lit le titre du manuscrit, alors qu'au recto se trouve la fin de notre section 4-1.

Les positions relatives des lamelles fournissent les premiers indices pour reconstituer l'ouvrage, mais ce sont des critères de cohérence textuelle qui permirent en dernier ressort de réordonner les lamelles : autant dire que la collation du texte est tributaire de sa compréhension. Les lamelles ont ensuite été affublées de *numéros de collation*, qui sont ceux que nous reprenons dans les exemples et la traduction.

Aujourd'hui trois autres longs textes mathématiques de l'époque Qin-Han sont connus : ce sont *Nombres*, *Procédures de calcul* et les écrits mathématiques Qin conservés à l'université de Pékin.

Le texte de *Nombres* [Shù 數]²⁶ est porté par 220 lamelles ; l'ensemble faisait partie d'un lot de lamelles acquis en 2007 par l'académie Yuelu de l'université du Hunan sur un marché d'antiquités de Hong Kong et complété en 2008. On ignore les détails de l'excavation ainsi que la provenance géographique

26. *Nombres* [Shù 數] : photos du texte sur lamelles et transcription en caractères modernes dans Shù (2011), collation commentée dans XIAO Can (2010b), études de sections particulières dans XIAO Can & ZHU Hanmin (2009a, b, c), ZHU Hanmin & XIAO Can (2009) et XIAO Can (2010a).

exacte²⁷. Cependant les analyses physiques et un calendrier présent dans le lot conduisent à conjecturer une écriture au plus tard pendant la 35^e année de règne de Qin Shi Huangdi, soit en – 212²⁸, ce qui en ferait un texte antérieur d'une trentaine d'années au *Livre sur les calculs*.

Les *Procédures de calcul* [*Suànsù* 算術] comptent 216 lamelles qui ont été excavées de la tombe n° 77 du lieu-dit Shuihudi du district Yunmeng dans la province du Hubei. Cette tombe fut ouverte en novembre 2006 lors de la construction de la ligne ferroviaire qui relie Wuhan et Danjiangkou. Déjà entre 1975 et 1978, dans la tombe n° 11 de Shuihudi avaient été exhumées 1 155 lamelles composant une dizaine d'ouvrages. Les données calendaires dans d'autres textes excavés de la tombe n° 77 autorisent à émettre – 157 comme hypothèse de datation, cela en ferait un texte postérieur d'une trentaine d'années au *Livre sur les calculs*. Mais seules 10 lamelles sur 216 ont été diffusées²⁹.

L'université de Pékin a reçu en 2010 une donation de lamelles dont un ensemble de 400 qui portent des écrits mathématiques Qin. On attend la confirmation de l'authenticité du manuscrit et la divulgation³⁰ du texte qui contiendrait une discussion d'environ 800 caractères inscrits sur 32 lamelles entre deux personnes appelées Lu Jiuci 魯久次 et Chen Qi 陳起 sur l'origine et le rôle des mathématiques³¹.

Et on connaît des écrits fragmentaires : la table de multiplication sur une lamelle de bois du royaume de Qin peu avant l'unification de – 221 et qui fut découverte à Liye 里耶³² au Hunan en 2002 parmi un amas de pièces administratives ; une autre table qui fait partie du lot de lamelles des Royaumes combattants conservées à l'université Tsinghua³³ et qui est actuellement datée de – 305 soit un siècle plus tôt que la table de Liye ; le *Livre*

27. Pour une présentation générale des textes Qin de l'académie Yuelu, on pourra consulter CHEN Songchang (2009).

28. Cette équivalence chronologique suppose de compter les années de règne du premier empereur Qin Shi Huangdi à partir de son accession au trône du royaume de Qin en – 247 à l'âge de 13 ans et non à partir de l'unification de la Chine en – 221.

29. Le texte des *Procédures de calcul* [*Suànsù* 算術] est présenté dans Shuihudi (M77) publié en 2008 qui donne la photographie de 10 lamelles ; CHEMLA & MA Biao (2011) analysent le texte des 7 premières, ZOU Dahai (2010) explique le contenu de deux dernières.

30. Publication annoncée pour 2019, avec des annotations de ZOU Dahai.

31. HAN Wei, 2015.

32. Corpus 12-2130a, 12-2131a, 12-2135a, 12-2130b, 12-2131b, 12-2135b. On trouve des photographies de cette table de multiplication dans Liye (2016, 63, 137) et la transcription dans Liye (2016, 203-204).

33. Il s'agit du *Suàn biào* 算表 publié en 2013 dans Tsinghua 4, il fait partie d'un lot offert en 2008 et dont l'origine fait encore débat.

des procédures de calcul [*Suàn shù shū* 算術書]³⁴ qui date des Han occidentaux et qui ne comporte qu'une trentaine de lamelles en mauvais état excavées en 1977 ; enfin les tables et bribes de problèmes sur des lamelles du 1^{er} siècle excavées en 1974 à Juyan³⁵ et sur du papier et des lamelles de bois provenant de la cave n° 17 de Dunhuang (elle renfermait des manuscrits datés du v^e au x^e siècle)³⁶.

Le texte des *Nombres* n'était pas encore entièrement divulgué lorsque j'ai entrepris ce travail, et l'on attend encore³⁷ la publication des *Procédures de calcul* et des écrits mathématiques de l'université de Pékin, par conséquent le texte du *Livre sur les calculs* était le seul des longs manuscrits de mathématiques avec lequel je pouvais initier un projet de traduction. Cela n'empêche pas de souvent se référer aux autres manuscrits excavés dont les textes composent une matière textuelle faite de problématiques sociétales et intellectuelles interconnectées.

1-2. LA RESTITUTION DU TEXTE

1-2-1. LA RETRANSCRIPTION D'UNE ÉCRITURE MANUSCRITE

Le texte du *Livre sur les calculs* a été écrit en caractères *sigillaires* (*zhùànshū* 篆書), le style graphique imposé à tous après l'unification par Qin en – 221. Cette graphie a été transmise dans les dictionnaires, et elle a continué à s'employer comme style solennel pour certaines inscriptions gravées sur des stèles et des bronzes, par conséquent elle ne constituait pas en soi un obstacle pour les épigraphes qui retranscrivirent le texte en caractères modernes.

Indépendamment de la question du style graphique, le fonctionnement de l'écriture des Han occidentaux (– 206 ~ 9) diffère sensiblement de celui de l'écriture moderne. À l'époque, il n'existait pas de norme orthographique commune pour l'écriture des caractères même au sein d'une même région, c'est un fait qu'il faut savoir prendre en compte³⁸. De plus, un caractère donné

34. Le *Livre des procédures de calcul* [*Suàn shù shū* 算術書] excavé en 1977 du site Shuanggudi à Fuyang dans la province de l'Anhui est présenté par HU Pingsheng (1998).

35. Les *Nouvelles lamelles de Juyan* [*Jūyán Xīnjiǎn* 居延新簡], elles sont nouvelles par rapport à celles excavées à Juyan dans les années 1930.

36. Ces manuscrits furent obtenus à Dunhuang au début du xx^e siècle par l'Anglais Aurel Stein et le Français Paul Pelliot, ils sont identifiés comme « Pelliot chinois 2667 », « Pelliot chinois 3349 », « Stein 19 » et « Stein 930 » et sont accessibles à partir du site : <http://idp.bl.uk/> de l'International Dunhuang Project (consulté le 23 décembre 2017).

37. Mars 2019.

38. Par exemple, GALAMBOS (2006) adopte une approche statistique pour déterminer la fréquence des diverses graphies utilisées pour un même mot dans un même corpus ; cependant, contrairement à SAGART (2006), il néglige la dimension phonétique de l'écriture chinoise (on pourra consulter la critique que RICHTER [2007] fait de cette position).

intervenait communément dans l'écriture de mots différents mais qui partageait la même prononciation que le référent initial : on parle de caractères *empruntés* (*jiǎjiè* 假借) ou *emprunts phonétiques* pour qualifier les occurrences qui relèvent de cet usage. Laurent Sagart (2006) propose une éclairante synthèse pour cette question fondamentale des études sur l'écriture chinoise.

L'usage des caractères *empruntés* se réduisit drastiquement sous les Han orientaux (25–220), époque à laquelle les caractères furent presque systématiquement catégorisés à l'aide d'éléments graphiques appelés les *clés* et où commença à s'imposer une orthographe commune. Cette standardisation allait ainsi bien au-delà d'une simple transition de la graphie « sigillaire » à la graphie dite « régulière » (*kǎishū* 楷書), c'est l'équilibre même entre les éléments phonétiques et les catégorisations sémantiques de l'écriture qui se voyait refondé³⁹. Une grande part du travail épigraphique consiste alors à repérer les caractères *empruntés* et à les réinterpréter avec les caractères modernes correspondants.

Peng Hao (2001, 32-35) jugeait la qualité éditoriale du *Livre sur les calculs* inférieure à ce que l'on voit dans d'autres documents excavés. Il mentionnait les coquilles, notamment sur des nombres (heureusement la cohérence des calculs suffit souvent à rétablir les données numériques), des espaces vides là où l'on attendrait un résultat, et des variantes dans la graphie des caractères : on aurait à faire à une copie imparfaite d'un recueil original ou de plusieurs textes indépendants circulant en Chine au début du – II^e siècle. Tout cela est peut-être vrai, mais Matthias L. Richter (2007, 2013, 65-125), dans son exposé méthodologique général sur l'étude des textes excavés, insiste sur la nécessité d'accepter les variantes textuelles et sémantiques entre un texte excavé et les textes transmis qui traitent de la même matière. La tentation de réécriture du texte excavé à partir des textes transmis constituerait *a contrario* un piège dangereux. Nous pensons que rien ne sert de regretter que le *Livre sur les calculs* ne soit pas aussi achevé que les *Neuf Chapitres* et ne réponde pas à toutes nos attentes concernant un traité de mathématiques, et mieux vaut réfléchir à ce que ses « défauts » reflètent : non la transmission de mathématiques figées, mais au contraire la mise en forme provisoire d'un savoir vivant.

La comparaison des écritures du manuscrit du *Livre sur les calculs* a montré qu'il avait été réalisé à deux mains, une découverte relatée par Karine Chemla et Daniel Morgan (2016) qui ont appliqué une méthodologie déjà rodée sur les textes de Guodian⁴⁰. Mais nous ne savons pas s'il s'agissait seulement de scribes ou bien d'auteurs à part entière.

39. On pourra se référer à BOTTÉRO (2006, 2016).

40. RICHTER (2006, 2013, 33-47) et LI Songru (2006, 2007, 2012) qui étudient les écritures manuscrites pour les associer à des scribes différents. Cela dit, un même scribe pouvait écrire des graphies différentes pour un même mot car l'orthographe était instable, mais c'est une autre question que RICHTER (2007, 2013) explique aussi.

Le nom de famille Yang apparaît au bas de 11 lamelles⁴¹, il est séparé du texte qui précède par un espace. On trouve de même Wang écrit trois fois⁴² et Jing⁴³ une fois. Sur les lamelles 42 et 56 respectivement, Wang et Yang sont sujets du prédicat *yǐ chóu* 已讎 (a vérifié) indiquant qu'il s'agit des noms de trois « vérificateurs » du texte. Anthony J. Barbieri-Low (2008, 64, 115) explique que les lois Qin et Han obligeaient les artisans des ateliers d'État à signer leurs productions pour en assumer la responsabilité, et que cette pratique avait été adoptée aussi dans les ateliers privés. Ces noms propres témoignent donc du travail de production du manuscrit, ils n'appartiennent pas au texte proprement dit et nous ne les incluons pas dans notre transcription du texte. Karine Chemla et Daniel Morgan (2016) observent que le travail d'écriture a été réalisé à deux mains, mais que rien ne permet de relier les deux écritures avec les noms des « vérificateurs » du texte.

Chacune des 69 sections du *Livre sur les calculs* commence par un titre écrit sur le haut d'une lamelle et pas toujours de la même main que le corps de la section. Les sections 4-40, 4-65 et 4-66 présentent même une alternance des deux mains, et cela avec une frappante répartition des tâches : l'une écrit les instructions de calculs, tandis que l'autre note les réponses numériques. Comme si le traitement des exemples numériques avec les bâtonnets de calculs se faisait en décalé par rapport à l'écriture du texte des instructions de calculs et des données. Les longs espaces sur certaines lamelles se comprennent alors comme des vides laissés pour y écrire un résultat numérique qui a finalement été omis.

Il fallut finalement près de seize ans entre l'excavation du *Livre sur les calculs* et la publication de transcriptions complètes dans Wenwu (2000) et Wenwu (2001).

HPM Tongxun (2000) et Peng Hao (2001) donnèrent ensuite les premières versions annotées qui balisent la lecture du manuscrit et explicitent les caractères empruntés et autres difficultés épigraphiques dont la question d'éventuelles variantes graphiques, voire de caractères inédits dont on ne connaît d'occurrence dans aucun autre corpus, et dont on ne cerne le sens que grâce au contexte⁴⁴.

41. Le nom de famille Yang 楊 se voit au bas des lamelles n^{os} 1, 3, 56, 98, 101, 105, 107, 109, 111, 121 et 123.

42. Le nom de famille Wang 王 est inscrit au bas des lamelles n^{os} 42, 88 et 119.

43. HAO Huifang (2008, 249) signale que *jing* 競 au bas de la lamelle n^o 83 du *Livre sur les calculs* est la seule occurrence du caractère dans tous les manuscrits excavés à Zhangjiashan. Nous suivons CHEMLA & MORGAN (2016) et l'interprétons comme un nom de famille.

44. Par exemple, dans la section 4-33 avec des appellations inédites de matières grasses, de morceaux de porc.

Pour comprendre la durée entre l'excavation du manuscrit et la publication du texte, il faut penser aux effectifs contraints des équipes chargées des délicates tâches de restauration et du méticuleux travail épigraphique. Et il faut aussi s'accommoder du rythme des plus lents de l'édition académique et des décisions officielles qui valident ou retardent la divulgation d'un texte.

Malgré ces longs délais, la publication d'une collation ne signifie pas qu'elle serait définitive. De nouvelles hypothèses et solutions que l'équipe chargée du projet n'avait pas envisagées sont proposées (par exemple pour la section 4-26). La confrontation à des textes nouvellement découverts peut confirmer ou infirmer des hypothèses d'interprétation (section 4-21). Des avancées technologiques apparaissent, comme la spectrographie infrarouge, qui améliorent la lisibilité du manuscrit et peuvent conduire à reprendre l'interprétation de certains passages (nous espérons que les manuscrits de Zhangjiashan profiteront un jour de cette technique). Notamment, sur certaines lamelles, des suites de caractères semblent effacées, mais une nouvelle observation montrera peut-être qu'elles avaient été décalquées sur le verso d'une autre lamelle.

1-2-2. LA PONCTUATION

Le manuscrit a recours à des signes de ponctuation qui se voient aussi dans les autres manuscrits de l'époque Qin-Han⁴⁵. Le rectangle ■ précède le titre du livre. Un espace long sépare le titre d'une section du corps de la section. Le point ● annonce le début d'un commentaire ou d'un exemple dont la fin est aussi parfois marquée par ce point. Le crochet ∟ signale la fin d'une proposition. Le signe = marque la réduplication d'un caractère.

Wenwu (2000) est la première publication intégrale du *Livre sur les calculs*, elle est due à l'équipe de collation des documents de Jiangling. Le texte y est transcrit en caractères simplifiés en continu sans indiquer les numéros des lamelles. Les points ● sont reproduits. Quand l'original laisse voir un signe de redoublement, le texte redouble le caractère sans mentionner le signe de redoublement. Wenwu (2001) reprend ce texte, mais en caractères dits « traditionnels ».

Dans le chapitre IV de cet ouvrage, nous reprenons le texte en caractères traditionnels de Wenwu (2001); aux exceptions près des amendements signalés au fil de la traduction et qui concernent des cas douteux nous obligeant à retourner au texte sur les lamelles afin de proposer une transcription plus plausible.

45. Pour une présentation des signes de ponctuation Qin-Han on pourra se reporter à ZHANG Xiancheng (2008, 514-558).

En général un caractère du texte sur lamelles correspond à un et à un seul caractère dans le texte restitué⁴⁶.

Nous réintroduisons les numéros de collation des lamelles, comme le fait d'ailleurs Peng Hao (2001). Nous reproduisons les points ●, ainsi que le rectangle ■ qui n'apparaît qu'une seule fois, avant le titre du livre.

Quand le texte original porte un signe de reduplication, nous ne l'écrivons pas mais répétons le caractère.

Examinons deux exemples pris sur la lamelle n° 11 (section 4-3). Le premier exemple exprime le produit 1×10 :

(1)	一	乘	十	=	也	∟
lamelle	<i>yī</i>	<i>chéng</i>	<i>shí</i>		<i>yě</i>	
n° 11	{1} ^a	multiplier	{10}		DECL	

a. Dans les lignes de glose linguistique, nous transcrivons les morphèmes numériques par leurs valeurs entre accolades ; on se référera à la rubrique *Abréviation* en début de l'ouvrage et à la section 2-2. Par exemple, on trouve les notations {10} pour *shí*, {100} pour *bǎi*, {1 000} pour *qiān*. Ici on a {1} pour *yī* ; nous transcrivons toujours *yī* avec la marque du premier ton indépendamment de la prononciation effective en mandarin moderne (la réalisation du ton de ce morphème numérique dépend en fait de celui de la syllabe qui suit).

Le numéral *shí* {10} est d'abord le complément du verbe *chéng* (multiplier), il est repris comme prédicat d'une deuxième proposition qui énonce le résultat de la multiplication. Le signe de reduplication est utilisé ce qui évite la réécriture du caractère. Nous transcrivons la façon dont la phrase était dite en répétant le mot :

46. Les exceptions sont :

- (i) le caractère 有 (ou plutôt sa forme sigillaire), il s'entend et se transcrit *yǒu* 有 « avoir » ou *yòu* 又 « et » selon les contextes. Nous transcrivons respectivement 有 pour « avoir » et 又 pour « et », alors que WENWU (2000) et WENWU (2001) transcrivent 有 pour « avoir » et 有(又) pour « et » se servant d'une convention certes un peu lourde mais utile aux épigraphistes ;
- (ii) la forme sigillaire correspondant au caractère 從 de WENWU (2001) qui se comprend sans ambiguïté comme *cóng* 從 « ajouter » dans certaines propositions et comme *zòng* 縱 « largeur, direction nord-sud » dans d'autres ;
- (iii) le caractère 賈 dans WENWU (2001), qui s'interprète *qiǎ* 賈 « acquérir » pour certaines de ses occurrences, mais *jià* 價 (prix) pour d'autres ;
- (iv) le caractère 戔 dans la section 4-12 est placé en fin d'une proposition où il transcrit l'exclamatif *zāi* 哉. Mais dans la section 4-13, le même caractère apparaît en position de classificateur après un numéral et se comprend comme *cái* 裁 « coupe de peau » ;
- (v) les ligatures 卅, 卅, 卌 et 卍 qui sont utilisées systématiquement dans le texte pour 20, 30, 40 et 70 respectivement. Nous les transcrivons respectivement par leurs équivalents en deux caractères *èr shí* 二十 {2}{10}, *sān shí* 三十 {3}{10}, *sì shí* 四十 {4}{10} et *qī shí* 七十 {7}{10}. Les trois caractères *niàn* 卅, *sà* 卌 et *xì* 卍 possèdent une lecture en chinois moderne, ce n'est pas le cas de 卍. Il ne nous est de toute façon pas possible de déterminer si ces écritures étaient prononcées comme des monosyllabes ou des dissyllabes à l'époque de la composition du texte.

(1)'	一	乘	十,	十	也
lamelle	<i>yī</i>	<i>chéng</i>	<i>shí</i>	<i>shí</i>	<i>yě</i>
n° 11	{1} ^a	multiplier	{10}	{10}	DECL

Une fois dix, cela fait dix.

Où l'on voit une première ligne pour le texte en caractères modernes disposés de gauche à droite, une deuxième ligne indiquant la prononciation des mots chinois en mandarin moderne avec la transcription *pinyin*, une ligne de mot à mot et gloses linguistiques, et finalement la traduction française.

La reprise directe du complément d'un verbe pour servir de sujet de la proposition suivante était un phénomène ordinaire en chinois ancien (et reste courant en chinois moderne), comme dans : « Je vois une personne, cette personne mange » plutôt que : « Je vois une personne qui mange », d'où l'intérêt d'avoir un signe de réduplication (qui existe toujours, sous la forme 𠄎, dans l'écriture manuscrite du chinois moderne).

Le deuxième exemple exprime le produit $1 \times 100\,000$ et fait apparaître deux fois le signe de réduplication :

(2)	一	乘	十	= 萬	= 也	𠄎
lamelle	<i>yī</i>	<i>chéng</i>	<i>shí</i>	<i>wàn</i>	<i>yě</i>	
n° 11	{1} ^a	multiplier	{10}	{10 000}	DECL	

29

La syntaxe est la même que dans le premier exemple avec ici le numéral *shí wàn* {10}{10 000} qui est complément du verbe *chéng* et qui est repris comme prédicat de la deuxième proposition exprimant le résultat. Cet emploi en série du signe de réduplication selon le schéma A = B = représente toujours ABAB, jamais AABB. Nous transcrivons la phrase chinoise comme elle était lue :

(2)'	一	乘	十萬,	十萬	也
lamelle	<i>yī</i>	<i>chéng</i>	<i>shí wàn</i>	<i>shí wàn</i>	<i>yě</i>
n° 11	{1} ^a	multiplier	{10}{10 000}	{10}{10 000}	DECL

Une fois cent mille, cela fait cent mille.

L'absence de notation symbolique pour les nombres rendrait la lecture de la traduction française laborieuse, c'est pourquoi dans la suite nous abandonnons les nombres écrits en toutes lettres et optons pour l'immédiateté visuelle de la notation en chiffres arabes ; la ligne de traduction de l'exemple précédent se réécrit alors : « 1 fois 100 000, cela fait 100 000. »

Nous renonçons à reproduire les petits crochets 𠄎 qui sont placés en bas à droite d'un caractère et qui marquent la fin d'une proposition car leur présence n'est pas toujours discernable sur les lamelles⁴⁷.

47. WENWU (2000), WENWU (2001), GUO Shuchun (2001) et GUO Shirong (2001) recourent à une ponctuation modernisée et n'écrivent pas les crochets 𠄎. En revanche PENG Hao (2001)

Pour l'essentiel, nous reprenons la ponctuation modernisée de Wenwu (2000) et Wenwu (2001) et Peng Hao (2001) sauf dans les cas où le découpage qu'elle impliquait nous semblait maladroit. En effet, l'insertion d'une ponctuation modernisée suppose une compréhension du texte et une interprétation avec un découpage en propositions et phrases ; pour cela nous nous appuyons non seulement sur la ponctuation originale, mais aussi sur la syntaxe, et la logique de l'exposition des idées.

1-3. COMPRENDRE ET TRADUIRE LE MANUSCRIT

1-3-1. LA PRATIQUE MATHÉMATIQUE QUE REFLÈTE LE MANUSCRIT

Toute activité mathématique se réalise dans le cadre d'une culture intellectuelle et d'une culture de travail spécifiques. Karine Chemla disait justement : « On considère souvent les mathématiques comme une production éthérée qui planerait au-dessus des mathématiciens. Or faire des mathématiques est une activité concrète qui mobilise une manière de travailler. C'est une "culture de travail" et, de fait, dans le passé aussi bien que dans le monde contemporain, on peut identifier des "cultures de travail" différentes. Cela ancre les mathématiques dans le réel. [...] En Chine comme ici, 2 et 2 font 4. En revanche, divers milieux en Chine ancienne ont élaboré des manières différentes de pratiquer les mathématiques. Ils ne se sont pas posé les mêmes questions, on n'a pas suivi les mêmes pistes partout⁴⁸. »

Sous cette optique, il serait trop réducteur de se limiter à un simple inventaire des connaissances mathématiques présentes dans le *Livre sur les calculs*, et il faut aussi se confronter à la forme du texte et à la pratique mathématique dont il témoigne. Étudier cette pratique, c'est tenter de cerner les problèmes qui sont posés et la manière dont ils sont abordés et résolus. C'est aussi analyser la façon dont est présenté textuellement le savoir que les auteurs ont élaboré et qu'ils ont cherché à transmettre⁴⁹.

Agathe Keller (2000, 19) écrit au sujet d'un texte sanskrit : « La comparaison entre différentes traditions nous incite à considérer l'aspect

et ŌKAWA *et al.* (2006) restituent des crochets \angle qui s'ajoutent à la ponctuation modernisée. Ils se fondent non seulement sur ce qui est indiscutablement lisible sur les lamelles, mais aussi, nous semble-t-il, sur leur propre lecture du texte.

48. Extrait d'une interview de Karine Chemla parue en novembre 2011 dans *Sciences et avenir* (Paris), n° 777, p. 52-55.

49. Pour cette approche, nous sommes redevables aux participants des séminaires parisiens du projet « Les sciences mathématiques dans les mondes anciens » (acronyme SAW) dirigé par Karine Chemla. Les recherches sur les mathématiques chinoises, indiennes et mésopotamiennes y ont été mises en perspective pour faire surgir des problématiques communes.

culturel de l'activité mathématique. [...] le texte [...] met sans cesse en lumière les présupposés textuels et intellectuels de notre conception contemporaine des mathématiques. » Ce serait donc finalement la force d'inertie de nos propres habitudes qui ferait écran et empêcherait la perception d'approches allogènes.

Qu'avait donc de particulier la pratique mathématique qui se perçoit au travers du *Livre sur les calculs* ? Pour répondre à cette question, nous ne pouvons qu'interroger la réalité brute du texte. En reprenant la terminologie de Michel Foucault dans l'*Archéologie du savoir*, nous dirons que la matière textuelle du *Livre sur les calculs* est l'archive à dépouiller, pour y dégager l'organisation des sections et des propositions, reconstruire le rôle des instruments de calculs, extrapoler les modes oraux et écrits de l'accumulation et de la transmission du savoir et des méthodes.

D'abord, le traité enterré doit-il être envisagé comme un livre pratique qui était indispensable au travail ordinaire du propriétaire de l'ouvrage ou au contraire comme le signe d'un intérêt particulier pour les mathématiques ?

Nous ne connaissons pas le contexte de lecture et d'utilisation du *Livre sur les calculs*, mais nous savons au moins que les mathématiques avaient leur place dans l'éducation et le travail des lettrés-fonctionnaires ; par exemple, certains articles des *Lois et décrets de la deuxième année* découverts dans la même tombe que le *Livre sur les calculs* comportent des modalités de taxation dont l'application supposait de savoir calculer.

Mais le *Livre sur les calculs* était-il vraiment un ouvrage pratique ? Ou bien un manuel d'enseignement ? Ou encore un ouvrage d'érudition ? Le texte lui-même ne répond en rien à ces questions et c'est finalement notre propre lecture qui peut nous éclairer.

Le texte ne parle pas des routines de calculs avec les bâtonnets de calculs, il ne s'agit donc pas d'un manuel technique pour débutants.

La rédaction de certaines règles générales laisserait entrevoir une fonction mnémotechnique, on pourrait supposer qu'elles s'apprenaient par cœur. Mais alors pourquoi donner des formulations différentes pour la règle de multiplication des fractions à la fin de la section 4-1 et dans la section 4-2 ? Pourquoi le texte de certaines sections proposerait-il une procédure alternative après en avoir exposé une première qui pourrait suffire ? Il s'agirait peut-être plutôt de mettre en évidence ce qui reste invariant lorsqu'un élément est modifié.

Dans le même ordre d'idée, on voit la permutation des données numériques des exemples des sections 4-44 et 4-45 ; le premier calcule que 1 *shēng* 3/7 de millet égrené possède la même valeur d'échange que 6/7 *shēng* de millet décortiqué, le second exemple permute les rôles de ces deux quantités. On observe aussi, dans les sections 4-65, 4-66 et 4-68, des mentions d'inversion des procédures de calcul de l'aire d'un rectangle et de l'extraction de l'un de ses côtés. Par ailleurs, entre les sections 4-61 et 4-62, on relève une tentative

(erronée) d'inversion de la procédure ou d'échange entre donnée et résultat. Ces inversions et permutations ne semblent pas destinées à vérifier des calculs, mais visent plutôt à établir un lien conceptuel entre deux procédures. Ce sont finalement autant de « problèmes avec variations » qui sont l'une des caractéristiques de la didactique chinoise des mathématiques⁵⁰.

Les procédures étaient-elles consultées quand se faisait sentir le besoin de résoudre un problème ? Si c'était le cas, alors pourquoi ne pas avoir une organisation thématique distinguant par exemple clairement les calculs sur les valeurs d'échange volumique des produits agricoles, d'une part, et l'imposition des champs, d'autre part ?

L'usage occasionnel du *Livre sur les calculs* comme vade-mecum pratique ne saurait être exclu. Mais on aurait certainement tort de le réduire à cette seule fonction et de sous-estimer sa valeur intellectuelle. Les textes ne sont pas de purs algorithmes, notre difficulté à les lire dit assez qu'il ne s'agit pas de simples calculs effectuables en aveugle. On voit aussi des explications et des justifications, des préoccupations concernant l'homogénéisation des unités, parfois la mise en relation de plusieurs procédures.

Souvent la lecture d'une section du texte ne saurait être linéaire, l'énoncé d'une procédure ne se comprend qu'en suivant le déroulé d'un exemple pas à pas avec une feuille et un stylo, un processus d'appropriation que nous rendons dans la traduction avec tout un appareil de notes. L'entendement d'une section donnée se voit fréquemment confirmé et renforcé par la lecture d'une autre qui propose une variation, soit en modifiant la nature des données numériques, soit en permutant les rôles des données et du résultat.

Il nous semble que l'on a affaire à un ouvrage d'approfondissement pour amateurs éclairés (on n'ose parler de mathématiciens professionnels car évoquer un tel statut serait probablement anachronique). La seule forme de discussion présente dans le texte est la mention de procédures alternatives. En revanche, on chercherait en vain des analyses des objets mathématiques, à part les descriptions succinctes des solides par l'énoncé de leurs mesures. L'absence de recherche de preuve est aussi frappante, sauf évidemment à accepter comme preuves les cas de validation d'une procédure par la procédure inverse ou par un jeu de variations du rôle des données, des preuves indirectes, non discursives⁵¹. Tout cela nous conduit à penser que les activités spéculatives ne passaient pas communément

50. Sur le sujet des « problèmes avec variations » (*biànsbi* 變式 en chinois), on peut se référer à la présentation de BARTOLINI Bussi *et al.* (2011).

51. CHEMLA (2016, 278-280) critique les discours qui réduisent les mathématiques anciennes non grecques à une accumulation de recettes calculatoires sans justification ni préoccupation conceptuelle. Elle ne voit là que des simplifications qui passent à côté des passages explicatifs et empêchent d'en dégager la forme particulière.

par l'écrit, mais survenaient plutôt lors de discussions de vive voix dans la veine des débats philosophiques de l'époque des Royaumes combattants.

L'enseignement des calculs avec les bâtonnets devait lui aussi reposer sur une transmission orale.

1-3-2. L'ARRANGEMENT DU MANUSCRIT EN SECTIONS

Le manuscrit est composé de 69 sections⁵² chacune identifiée par un titre qui évoque soit la situation concrète qui sert de support à la section, soit le concept mathématique mis en œuvre. Le titre est placé en haut de la lamelle qui le porte, séparé du corps de la section par un espace où rien n'est inscrit.

Le *Livre sur les calculs* débute par nos sections 4-1 à 4-3 qui offrent sous forme textuelle des tables de multiplication d'entiers et de fractions. La section 4-4 énonce le lien entre les variations d'une fraction et celles de son numérateur et de son dénominateur. Les sections 4-5 et 4-6 indiquent comment prendre la fraction d'une fraction. Les sections 4-7 et 4-8 traitent respectivement de la simplification et de la sommation des fractions. La section 4-9 définit et illustre un partage en parts égales. La section 4-10 fait intervenir la soustraction de deux fractions. Les sections 4-11 à 4-16 proposent des situations de proportionnalité sur trois quantités avec des variations dans le rôle des données. Les sections 4-17 à 4-19 mettent en œuvre la règle de trois sur une quantité unique (mais la section 4-18 reste énigmatique). Les sections 4-20 et 4-21 retournent sur des situations de proportionnalité respectivement à deux et trois quantités. Les sections 4-22 à 4-24 reviennent sur des cas d'application directe de la règle de trois, maintenant à partir de prix. Les sections 4-25 à 4-28 traitent de situations de proportionnalité plus complexes et qui demeurent partiellement obscures. La section 4-29 n'est que partiellement lisible sur les lamelles ; au travers d'une application de la règle de trois, elle évoque la rémunération ou l'imposition de services médicaux. La section 4-30 explique et applique le calcul d'un « taux pour un *shí* » qui est le prix d'une quantité de 1 *shí* 石 (volumique ou massique) de n'importe quel produit ; la section 4-31 donne l'application d'un tel taux pour le prix du sel. La section 4-32 donne le taux de perte massique lors du décreusage de la soie brute. La section 4-33 revient sur une situation de proportionnalité, cette fois avec quatre quantités posées en parallèle sur la surface de calcul, et un nouvel exemple de calcul de taux sans unité. Les sections 4-34 et 4-35 énoncent des taux d'imposition et montrent comment les appliquer dans des situations numériques particulières. La section 4-36 stipule la norme de correspondance entre une masse de 1 *shí*

52. Pour 69 sections du *Livre sur les calculs* nous adoptons l'ordre établi par WENWU (2000), WENWU (2001) et PENG Hao (2001). Nous justifions ce choix dans la section 1-3-3.

de certaines récoltes et un volume de produit égrené, puis énumère des valeurs d'échanges en volume entre divers conditionnements du millet, du riz et du blé. Les sections 4-37 à 4-39 expriment des normes d'imposition dont l'application recourt à la règle de trois. La section 4-40 donne les rapports volumiques de valeurs d'échanges entre quatre conditionnements du millet, puis entre ces conditionnements et le blé. La section 4-41 considère deux normes de décote concernant le paiement en millet égrené d'un versement initialement titré en millet décortiqué, la section fournit de plus une table d'équivalences sous forme textuelle. Les sections 4-42 à 4-45 expriment de diverses manières les rapports d'équivalences de valeur entre le chènevis, le blé, le soja, les pois rouges, le blé et les conditionnements du millet. Les exemples des sections 4-44 et 4-45 se font écho en permutant données et résultat. Les sections 4-46 et 4-47 reposent sur des situations de mélange de millet décortiqué et de millet non décortiqué dont on cherche la valeur. La section 4-48 traite d'un problème de logistique de transport de charbon de bois du site de production vers une garnison. La même démarche de résolution est appliquée dans les sections 4-49 et 4-50 respectivement à des problèmes concernant la production de tubes de bambou et de flèches empennées. La section 4-51 calcule la date de départ d'un voyage. Les sections 4-52 et 4-53 illustrent la procédure d'interpolation linéaire dite « de l'excédent et du déficit ». Les sections 4-54 à 4-60 indiquent comment calculer les volumes de certains solides pour lesquels le nom et l'énoncé des mesures font office de description. Les sections 4-61 et 4-62 proposent respectivement le calcul (erroné) du côté du carré inscrit dans un disque en recourant à une approximation de $\sqrt{2}$ par la fraction $7/5$, et le calcul inverse (erroné aussi). Il ne reste que quelques bribes de la section 4-63, insuffisantes pour en reconstituer le sens. Les sections 4-64 à 4-66 exposent le calcul du côté d'un rectangle quand l'autre côté et l'aire sont connus. Mais la section 4-66 s'étend sur les calculs des sommes de fractions $1 + 1/2$, $1 + 1/2 + 1/3$, etc., jusqu'à $1 + 1/2 + 1/3 + \dots + 1/10$, et la problématique géométrique n'est qu'un prétexte. La section 4-67 donne la procédure générale pour calculer l'aire d'un rectangle quand la largeur et la longueur sont respectivement données comme des sommes $a + b/c$ et $d + e/f$, là encore la situation géométrique n'intervient que comme support de présentation du calcul du produit de deux fractions composées. La section 4-68 réinvestit la procédure de l'excédent et du déficit dans le cadre du calcul d'une approximation du côté d'un carré d'aire $240 bu^2$. Finalement la section 4-69 explicite comment convertir une superficie en li^2 en une superficie exprimée en mu , ou en une somme de $qing$ et de mu .

On observe que les problématiques mathématiques et les situations concrètes sur lesquelles s'appliquent les procédures sont mêlées en obéissant à un principe de progression en spirale : le texte part des calculs simples sur les entiers et les fractions, passe au maniement de la règle de trois, introduit des cas de plus en

plus complexes d'affectation d'unités de mesure, aborde des calculs d'aires et de volumes, met en relation la mise en pratique de normes administratives avec des concepts mathématiques évoqués avant, voire permute données et résultat d'un problème.

Souvent une section s'ouvre par l'énoncé des données initiales correspondant à une situation d'application. Est ensuite demandée une valeur numérique, puis vient la réponse. Suit une liste d'instructions précisant les calculs à effectuer pour parvenir au résultat annoncé. Le déroulé du calcul est ainsi mis en évidence, il constitue un algorithme également valide avec d'autres données. Mais le texte ne pose pas les calculs numériques de l'exemple, ils étaient effectués sur une surface plane à l'aide de bâtonnets de calculs. Le texte stipule aussi des règles générales⁵³.

Ordinairement, pour une situation donnée, le texte n'accumule pas les cas particuliers. Au contraire, un seul exemple est donné ; selon les sections, il est résolu entièrement ou il ne fait qu'éclairer la forme des données. Il sert d'illustration et pourra servir de modèle de résolution utilisable avec d'autres données numériques.

On voit aussi des énumérations (sections 4-1 à 4-3, 4-42 à 4-45, 4-66) qui forment autant de tables numériques prêtes à l'emploi ou qui sont une aide à la compréhension et à l'appropriation d'un type de calcul.

1-3-3. LES ÉDITIONS ET LES TRADUCTIONS DU MANUSCRIT

Les annotations de Peng Hao (2001) signalent les difficultés épigraphiques, elles établissent des liens entre les contenus du *Livre sur les calculs* et ceux des *Neuf Chapitres* chaque fois que cela facilite la compréhension du texte excavé, mais cette publication ne donne pas encore de traduction en chinois moderne.

Jochi Shigeru (2001) donne une traduction japonaise, la première traduction en langue étrangère du texte (une langue que nous ne lisons pas).

Christopher Cullen (2004) a offert une traduction anglaise qui laisse en suspens des passages difficiles. Il regroupe les sections selon ce qu'il estime être leurs thèmes principaux, sans pour autant remettre en cause la succession de Peng Hao (2001). Cela aboutit à des répétitions et à des enchevêtrements thématiques qui forcent à s'interroger sur la logique du plan du texte qui, à notre avis, n'a rien d'aléatoire.

Ōkawa *et al.* (2006) donnent une seconde traduction japonaise accompagnée d'une traduction en chinois moderne de Ma Biao. La succession des sections qu'avait proposée Peng Hao (2001) y est bouleversée. C'est un point de vue

53. Notamment la fin de la section 4-1 et dans la section 4-2 pour la multiplication des fractions et aussi, par exemple, dans les sections 4-4 et 4-9.

que nous ne suivons pas car nous estimons que cet ordre fait sens. Pourtant cette approche et les regroupements de Christopher Cullen (2004) partagent le mérite d'obliger à réfléchir à cette question.

Hornng Wann-Sheng *et al.* (2006) et Hu Yitao (2006) donnent d'autres traductions en chinois moderne. Ils relèvent, comme Ōkawa *et al.* (2006), les points des collations de Wenwu (2000), Wenwu (2001) et Peng Hao (2001) qui ont fait débat parce que des interprétations alternatives semblaient possibles⁵⁴.

Hao Huifang (2008) présente un répertoire qui regroupe les caractères et les mots de tous les manuscrits excavés de la tombe n° 247 de Zhangjiashan avec le *Livre sur les calculs*. Le rapprochement des occurrences de certains termes dans des contextes très différents met en évidence les liens et les décalages entre leur sens ordinaire et leurs acceptions techniques.

Joseph W. Dauben (2008) donne une nouvelle traduction anglaise ; il y recense les diverses conjectures émises depuis 2001 pour les sections dont l'interprétation ne fait pas l'unanimité, et il explique pourquoi on ne peut pas toujours trancher, du moins dans l'état actuel de nos connaissances. Ce faisant il met en relief les difficultés textuelles et conceptuelles auxquelles un lecteur moderne est confronté dans sa compréhension du manuscrit.

J'ai pour ma part souhaité présenter une traduction qui met en avant la langue du texte, un projet qui a mûri progressivement depuis 2008 quand Xu Dan m'a montré que ce manuscrit était important non seulement pour l'histoire des mathématiques en Chine, mais aussi pour la linguistique⁵⁵.

J'ai consulté les annotations de Peng Hao (2001), Guo Shuchun (2001) et Guo Shirong (2001), les traductions en chinois modernes de Hu Yitao (2006), de Hornng Wann-Sheng *et al.* (2006) et de Ma Biao dans Ōkawa *et al.* (2006), les traductions anglaises de Christopher Cullen (2004) et de Joseph W. Dauben (2008), mais ces travaux laissent en suspens des passages que l'on ne comprenait pas bien. J'ai alors décidé de présenter le texte avec des gloses interlinéaires qui respectent les *Leipzig Glossing Rules* comme le font les linguistes (généralement pour des textes plus courts). Ainsi les répétitions du texte sautent aux yeux, les tournures et le vocabulaire, qui semblaient d'exception pris isolément, sont révélés dans leur banalité, le jargon mathématique est saisi comme tel et ne cache plus la langue ordinaire dans laquelle il s'insère. Cette approche met en évidence dans la section 4-30 le parallèle lexical et conceptuel entre le découpage plus fin

54. Ce travail critique se trouve aussi entre autres dans GUO Shuchun (2001), GUO Shirong (2001), LIU Jinhua (2003), ZOU Dahai (2007) et LIN Cangyi & SU Junhong (2007), mais toujours sans traduction en chinois moderne.

55. Cela avait abouti à ANICOTTE (2009) et ANICOTTE (2017) qui décrivaient respectivement l'expression des entiers et des fractions dans le corpus, et ANICOTTE (2012) qui comporte la traduction d'environ 20 % du *Livre sur les calculs* (sous une forme différente de celle que nous proposons ici).

établi par la fraction de plus grand dénominateur et le découpage d'une unité plus grande en unités plus petites. Elle révèle d'autre part le lien entre la manière d'annoncer l'unité affectée au résultat d'une division et les usages particuliers du numéral {1}. Elle met en évidence l'évitement des unités quotients et ce que cela implique pour l'expression des taux d'imposition, des prix et des autres rapports. Par ailleurs, un retour sur le découpage des propositions et la ponctuation permet aussi d'éclairer le sens de certaines sections. Des traductions inédites deviennent alors possibles pour maints passages.

Toutefois certaines phrases restent difficiles. Est-ce dû à des coquilles ou des erreurs mathématiques ? Ou serait-ce plutôt à cause de l'omission de détails qui nous échappent alors qu'ils semblaient évidents aux rédacteurs du manuscrit et à leurs contemporains ? Par exemple, dans notre section 4-7, le texte sous-entend que les termes *numérateurs* et *dénominateurs* désignent les variables dynamiques d'une procédure itérative. Quand on l'a compris, la procédure décrite devient limpide et on voit que sa rédaction s'apparente au codage d'un algorithme, alors que le texte resterait énigmatique et paraîtrait même absurde si l'on passait à côté de ce point. Dans les sections 4-52 et 4-68, les mêmes termes *numérateurs* et *dénominateurs* surviennent dans la description d'un calcul qui n'implique aucune fraction. Et on ne saisit de quoi il retourne qu'au moment où l'on perçoit que les deux mots désignent des positions sur la surface de calcul où sont disposés quatre entiers formant une matrice carrée. Dans les sections 4-16 et 4-21, ce sont les noms des denrées dont parle la situation support qui désignent des positions sur la surface de calcul et jouent en même temps le rôle de variables dynamiques.

Nous nous appuyons sur les recommandations méthodologiques de Matthias L. Richter qui, parlant d'un texte de Guodian, se positionne « *against methods of reading that, intentionally or not, assimilate the manuscript text to its transmitted counterparts, thus homogenizing the meaningfully different versions into one identical text*⁵⁶ ».

Dans le domaine des mathématiques anciennes en Chine, on doit se garder de mesurer le *Livre sur les calculs* à l'aune des *Neuf Chapitres*. Il ne faudrait surtout pas gommer ce que l'on pourrait voir comme des imperfections du texte excavé pour y retrouver les prémices du classique transmis, réécrire certaines formulations qui ne coïncident pas avec la langue des *Neuf Chapitres*, déplacer des segments du texte d'une lamelle pour les rapprocher d'autres segments sur d'autres lamelles, voire introduire des éléments textuels absents de l'original. C'est tentant par exemple avec la section 4-1 dans laquelle une énumération sur la lamelle n° 2 est brutalement interrompue. Le fragment que l'on attendait

56. RICHTER, 2013, p. 15. Notons par ailleurs que FALKENHAUSEN (2006, 20-21) évoque, pour l'archéologie, le même danger de projection de ce qui est déjà connu sur l'objet nouveau.

ici se retrouve plus loin, dans une autre énumération sur la lamelle n° 4. Mon parti pris est de donner à voir le texte tel qu'il est grâce à une traduction littérale qui souligne les particularités linguistiques, notamment dans l'expression des nombres et des calculs, qui sont révélatrices d'un langage mathématique déjà hautement élaboré sans pour autant être encore standardisé. Il faut donc éviter de surimposer au texte ancien notre propre savoir et nos habitudes : mieux vaut, répétons-le, respecter la réalité textuelle pour retrouver la pratique qu'elle révèle.

Cela n'empêche pas de relever les anomalies d'exposition qui retiennent l'attention. Néanmoins, lorsque l'on est confronté à un passage obscur au premier abord, l'approche la plus efficace est de retourner au texte sur les lamelles, d'y chercher une transcription alternative d'un caractère, ou un espace non reporté dans les transcriptions de Wenwu (2000) et Wenwu (2001) et qui impliquerait un autre découpage de la phrase. Il faut aussi faire une recherche transdocumentaire et parcourir les résultats des recherches sur d'autres textes excavés ou transmis pour y repérer des problématiques similaires ou connexes. Les notes de la traduction reflètent pour partie cette démarche et ce parcours qui sautent allègrement de l'empire Qin aux Trois Royaumes, de l'épigraphie à la ponctuation et la syntaxe, de la syntaxe à l'expression des nombres et des calculs, des mathématiques au système de taxation et de rémunération, des normes administratives aux techniques d'agronomie et aux fabrications artisanales.

Lors de la lecture, l'acception technique standardisée de certains termes s'impose naturellement pour les plus fréquents, et je traduis alors par un mot technique équivalent en laissant de côté l'étymologie. Il est par exemple clair que *shí* et *fǎ* doivent se traduire respectivement par « dividende » et « diviseur » sans avoir à se soucier de leur étymologie, respectivement *plein* (ou *solide*) et *règle* (ou *loi*). De même on ne saurait rendre *fēnzǐ* et *fēnmǔ* par les traductions mot à mot respectives de « fils de la fraction » et de « mère de la fraction » alors qu'il s'agit banalement de *numérateur* et de *dénominateur*.

Mais le choix de traduction se révèle plus délicat pour les termes dont on ne connaît que quelques occurrences. Par exemple, doit-on traduire *tián* par « aire » ou par « champ » ? Selon les cas, je traduis avec un mot technique, ou bien au contraire je maintiens le sens premier à condition qu'il soit immédiatement compréhensible en contexte. L'important est de parvenir à une traduction claire sans surtraduire ni gommer les ellipses d'un texte qui ne considère pas comme évidents les mêmes éléments qu'un lecteur d'aujourd'hui.

LANGUE ORDINAIRE ET JARGON MATHÉMATIQUE

2-1. LES ÉLÉMENTS SYNTAXIQUES ET LEXICAUX

La langue du texte est le *chinois classique*, Alain Peyraube (2016a) parle aussi de chinois *bas archaïque* ; les deux appellations sont largement acceptées. C'est la langue chinoise du – VI^e au – II^e siècle dans laquelle ont été écrits les *Analectes de Confucius* [*Lúnyǔ* 論語], la *Tradition de Zuo* [*Zuǒ zhuàn* 左傳], le *Mencius* [*Mèngzǐ* 孟子], et tous les traités philosophiques des Royaumes combattants (– 475 ~ – 221). C'est la base du *wényán* 文言 qui fut la langue lettrée jusqu'au début du XX^e siècle.

Il existe maintes descriptions et maints manuels du chinois classique écrits en chinois comme dans des langues occidentales ; on trouvera dans Maurizio Scarpari (2016) une brève description syntaxique et une liste de références. Le chinois classique se caractérise par une morphologie réduite. Les relations syntaxiques sont marquées par des particules qui assurent diverses fonctions grammaticales. On distingue notamment la nominalisation qui donne une valeur nominale à une proposition, et la thématisation (ou topicalisation) qui marque qu'un terme ou une proposition est le thème du prédicat qui le suit. Nous ne présentons ici que les termes grammaticaux les plus courants dans notre texte avec leurs valeurs dans ce texte. Mais il faut bien comprendre que le chinois classique n'est pas resté figé pendant son histoire. Par exemple il y a de subtiles différences d'usage pour la particule *yě* 也 entre ce que l'on voit dans les textes excavés et les textes transmis ; on peut sur ce point comparer Robert Gassmann (2016) et Marco Caboara (2016), et se référer à Alain Peyraube (2016b) sur les processus historiques de grammaticalisation de certains mots. Un autre exemple est donné par Redouane Djamouri (1999) qui, au travers des évolutions du morphème *zhī* 之, laisse entrevoir une série de changements linguistiques entre le chinois *haut archaïque* de la dynastie Shang (– XIII^e siècle) et le chinois classique.

2-1-1. « *Yǐ* 以 » : BUT ET MOYEN

La particule *yǐ* 以 intervient un total de 157 fois dans le texte ; ces occurrences se partagent en trois types de constructions :

- la construction « *yǐ* + *nom* + *verbe* » comme dans (3), *yǐ* introduit le moyen ou l'instrument de l'action qu'implique le verbe ; on la glose « avec » ;
- la structure idiomatique « *yǐ* + A + *wéi* + B » qui forme une proposition causative ou putative « faire que A devienne B » ou « considérer A comme B »¹, traduite par « on prend A comme B » dans (4) ; on la glose toujours « avec » ;
- la construction « *yǐ* + *verbe* » présente dans (5) et (6) : la particule *yǐ* 以 placée directement devant un verbe indique que ce verbe exprime la finalité de la proposition qui précède ; ici on la glose « pour ».

(3) 以 子 除 母
lamelle *yǐ* *zǐ* *chú* *mǔ*
n° 17 avec numérateur retrancher dénominateur
le numérateur est retranché du dénominateur

(4) 以 四十 為 法
lamelle *yǐ* *sì shí* *wéi* *fǎ*
n° 59 avec {4}{10} faire diviseur
on prend 40 comme diviseur

40
—

(5) 同 之 以 為 法
lamelles *tóng* *zhī* *yǐ* *wéi* *fǎ*
n°s 164 assembler 3OBJ pour faire diviseur
et 165 **on les additionne pour former le diviseur**

(6) 以 一 為 六
lamelle *yǐ* *yī* *wéi* *liù*
n° 24 pour {1} faire {6}
on prend 6 pour unifier

L'expression de (6) appartient au jargon mathématique, qui replacée dans le contexte de la section 4-8 signifie que le nombre 6 est pris comme dénominateur commun. Elle donne à {1} la fonction d'un verbe traduit ici par « unifier », elle ne doit pas être confondue avec la tournure de (4).

1. SCARPARI (2016).

2-1-2. « *Zhī* 之 » : PRONOM, DÉTERMINATION ET THÈME

Le terme *zhī* 之 intervient 183 fois dans le texte. Il est 116 ou 117 fois un pronom objet (jamais sujet) de la troisième personne comme dans (7), il est alors glosé 3OBJ. Il marque la détermination nominale comme dans (8) pour 10 ou 11 de ses occurrences, on le glose alors DET². Il intervient aussi de façon optionnelle dans 54 expressions de fractions comme (9) et (10) où nous avons décidé de ne pas le gloser car nous estimons que ses fonctions grammaticales 3OBJ ou DET y sont neutralisées³.

Dans une proposition conditionnelle formée avec *zhě* 者 sur la tige n° 14, *zhī* se comprend comme une marque de thématization et on le glose TOP (pour l'anglais topic).

Le terme *zhī* peut finalement être un verbe signifiant « aller à », voire une préposition signifiant « jusqu'à » (une occurrence sur la lamelle n° 126).

(7)	以	十	斗	各	乘	之
lamelle	<i>yǐ</i>	<i>shí</i>	<i>dǒu</i>	<i>gè</i>	<i>chéng</i>	<i>zhī</i>
n° 140	avec	{10}	<i>dǒu</i>	chacun	multiplier	3OBJ
	on les multiplie respectivement par 10 <i>dǒu</i>					

(8)	乘	分	之	術
lamelle	<i>chéng</i>	<i>fēn</i>	<i>zhī</i>	<i>shù</i>
n° 6	multiplier	fraction	DET	procédure
	la procédure de multiplication des fractions			

(9)	各	受	三十分	之	二十三
lamelle	<i>gè</i>	<i>shòu</i>	<i>sān shí fēn</i>	<i>zhī</i>	<i>èr shí sān</i>
n° 26	chacun	recevoir	{3}{10} <i>fēn</i>	<i>zhī</i>	{2}{10}{3}
	chacune reçoit 23/30				

(10)	金	七分	銖	之	三
lamelle	<i>jīn</i>	<i>qī fēn</i>	<i>zhū</i>	<i>zhī</i>	<i>sān</i>
n° 30	or	{7} <i>fēn</i>	<i>zhū</i>	<i>zhī</i>	{3}
	3/7 de <i>zhū</i> d'or				

2. Pour une occurrence de *zhī* sur la lamelle n° 156, on ne saurait trancher entre 3OBJ ou DET car le texte est endommagé.

3. Nous justifions ce point de vue dans ANICOTTE (2015b, 2017).

2-1-3. « ZHĚ 者 » : NOMINALISATION

La particule *zhě* 者 intervient 62 fois dans le texte. Elle est placée après un terme pour le nominaliser comme dans (11) : on la glose NMLZ.

Placée en fin de proposition, la particule *zhě* peut servir à construire une proposition conditionnelle comme dans (12), dans d'autres cas ce sera une proposition exprimant le but (section 4-4) ; on conserve la glose NMLZ.

(11)	出	五	者	得	二	錢,
<i>lamelle</i>	<i>chū</i>	<i>wǔ</i>	<i>zhě</i>	<i>dé</i>	<i>èr</i>	<i>qián</i>
n° 32	sortir	{5}	NMLZ	obtenir	{2}	<i>qián</i>
	celui qui a versé 5 obtient 2 <i>qián</i>					

(12)	當	四分	者,	四	其	母。
<i>lamelle</i>	<i>dāng</i>	<i>sì fēn</i>	<i>zhě</i>	<i>sì</i>	<i>qí</i>	<i>mǔ</i>
n° 14	falloir	{4}fēn	NMLZ	{4}	3POSS	dénominateur
	Si l'on doit prendre le quart, on multiplie le dénominateur par 4.					

2-1-4. « ÉR 而 » : THÉMATISATION ET CONJONCTION

42

On compte 62 occurrences de la particule *ér* 而 (sans compter la présence de *ér* dans les 13 occurrences de la locution *yīn ér* 因而 qui veut dire « multiplier par », section 2-3-2). Elle peut marquer la thématisation de ce qui la précède et elle est alors glosée TOP (pour l'anglais topic) comme dans (13), et aussi dans (34) où elle intervient à la fin d'une proposition conditionnelle. Nous choisissons aussi cette glose pour les usages idiomatiques comme dans (14) où il s'agit d'exprimer un rapport, ainsi que dans les expressions de la division *ér yī* 而一 et *ér chéng yī* 而成^a présentées dans la section 2-3-4.

(13)	飲	水	三	斗	而	極
<i>lamelle</i>	<i>yǐn</i>	<i>shuǐ</i>	<i>sān</i>	<i>dǒu</i>	<i>ér</i>	<i>jí</i>
n° 66	boire	eau	{3}	<i>dǒu</i>	TOP	extrême ^a

L'absorption de 3 *dǒu* d'eau mène au point de saturation

a. Le terme *jí* 極 (extrême) placé après la particule de thématisation *ér* 而 se comprend, dans le contexte de la section 4-26, comme un verbe signifiant « mener au point de saturation ».

(14)	九	步	四十四分	步	三十九	而	一	斗
<i>lamelle</i>	<i>jiǔ</i>	<i>bù</i>	<i>sì shí sì fēn</i>	<i>bù</i>	<i>sān shí jiǔ</i>	<i>ér</i>	<i>yī</i>	<i>dǒu</i>
n° 87	{9}	<i>bù</i>	{4}{10}{4}fēn	<i>bù</i>	{3}{10}{9}	TOP	{1}	<i>dǒu</i>
	9 <i>bù</i> [carrés] et 39/44 de <i>bù</i> [carré] pour 1 <i>dǒu</i>							

Dans certains contextes, *ér* peut s'interpréter comme une conjonction, glosée CONJ, qui relie généralement deux propositions comme dans (15), ou plus rarement deux noms comme dans (16).

(15) 置 米 一 斗 而 三 之
lamelle *zhi mǐ yī dòu ér sān zhī*
n° 39 poser millet décortiqué {1} *dòu* CONJ {3} 3OBJ
on pose 1 *dòu* de millet décortiqué et on le triple

(16) 并 多 而 少 為 法
lamelle *bìng duō ér shǎo wéi fǎ*
n° 140 grouper plus CONJ moins faire diviseur
on ajoute le surplus et le manque pour former le diviseur

La proposition qui précède *ér* peut indiquer le temps de l'action dans (17), le but dans (18) ou une condition dans (19).

(17) 次 一 日 而 負
lamelle *cì yī rì ér fù*
n° 126 suivant {1} jour TOP porter
Pendant une autre journée on transporte

炭 道 車 到 官 一 石。
tàn dào chē dào guān yī shí
 charbon de charrette arriver garnison {1} *shí*
1 *shí* de charbon de bois en charrette jusqu'à la garnison.

(18) 益 之 幾何 而 為 九分 七?
lamelle *yì zhī jǐhé ér wéi jiǔ fēn qī*
n° 30 ajouter 3OBJ combien CONJ faire {9} *fēn* {7}
Combien doit-on ajouter pour avoir 7/9 ?

(19) 得 六 十 而 負 幾何?
lamelle *dé liù shí ér fù jǐhé*
n° 73 obtenir {6}{10} TOP payer combien
Combien paye-t-on si on reçoit 60 ?

2-1-5. « *JĪHÉ* 幾何 » : L'INTERROGATIF « COMBIEN »

Quand il s'agit de demander une valeur numérique on trouve le mot interrogatif *jīhé* 幾何 (combien)⁴ comme dans (18), (19), (20) et (21).

Dans (23), il est accompagné du verbe *wèn* 問 (interroger) formant la locution « *wèn* 問 [...] *jīhé* 幾何 (on demande combien fait) [...] ».

(20)	為	幾何?
<i>lamelle</i>	<i>wéi</i>	<i>jīhé</i>
n° 23	faire	combien
	Combien cela fait-il ?	

(21)	問	餘	金	幾何。
<i>lamelle</i>	<i>wèn</i>	<i>yú</i>	<i>jīn</i>	<i>jīhé</i>
n° 28	demander	rester	or	combien
	On demande combien il reste d'or.			

2-1-6. « *YĒ* 也 » : ATTRIBUT ET THÈME

44

La particule *yě* 也 survient 61 fois dans le texte. On la trouve après un prédicat nominal et nous la glosons DECL⁵ comme dans (22), (23), (24) et pour la deuxième occurrence dans (26). Elle intervient aussi après un thème qu'elle marque, nous la glosons alors TOP⁶ comme dans (25) et pour la première occurrence dans (26).

4. Pour la petite histoire, ENGELFRIET (1998, 138-141) explique que cet interrogatif *jīhé* 幾何 devait être utilisé comme substantif signifiant « quantité » par Xu Guangqi 徐光啟 (1562-1633) dans son titre chinois *Jīhé yuánběn* 幾何原本 [*Principes des quantités*] des *Éléments* d'Euclide. Puis ce terme, en raison du contenu géométrique du *Jīhé yuánběn* (qui ne traduisait que les six premiers livres des *Éléments*, ceux traitant de géométrie), en vint à désigner la géométrie. Ainsi, ce qui était à l'origine un interrogatif est devenu un substantif qui a fini par désigner une branche des mathématiques. Mais cette dérive lexicale est survenue près de 18 siècles après l'écriture du *Livre sur les calculs*.

5. Là où une unique glose DECL suffit à notre propos, CABOARA (2016) divise en $\text{prt.}_{\text{NomPred}}$, $\text{prt.}_{\text{InitCl}}$ et $\text{prt.}_{\text{FinCl}}$ pour distinguer les prédicats nominaux qui sont des propositions respectivement indépendantes, en position initiale (conditionnelles, temporelles, ou causales) et en position finale.

6. CABOARA (2016) note $\text{prt.}_{\text{NomTop}}$ là où nous glosons TOP.

(22)	寸	而	乘	寸,	寸	也。
lamelle	<i>cùn</i>	<i>ér</i>	<i>chéng</i>	<i>cùn</i>	<i>cùn</i>	<i>yě</i>
n° 1	<i>cùn</i>	TOP	multiplier	<i>cùn</i>	<i>cùn</i>	DECL

1 cùn fois 1 cùn, cela fait 1 cùn [carré].

Le segment « *cùn ér chéng cùn* » dans (22) s'analyse en *cùn* (le thème de la proposition ou le sujet grammatical du verbe *chéng*), suivi du morphème grammatical *ér* qui marque ici que ce qui précède est le sujet du verbe, suivi du verbe *chéng*, puis d'une deuxième occurrence de *cùn* qui est le complément d'objet du verbe *chéng* (et le deuxième facteur de la multiplication). La phrase se termine par « *cùn yě* » où *cùn* (le résultat 1 *cùn* de l'opération énoncé par le premier segment de la phrase) est en position d'attribut, ce que l'on sait parce que la particule finale *yě* marque qu'il s'agit d'une phrase à prédicat nominal, que le mot *cùn* qui précède en est l'attribut, et que finalement le bloc « *cùn ér chéng cùn* » placé avant cet attribut est le sujet de l'attribut.

(23)	餘	即	餘	也。
lamelle	<i>yú</i>	<i>jí</i>	<i>yú</i>	<i>yě</i>
n° 29	rester	alors	différence	DECL

Ce qui reste est la différence.

45

(24)	餘	即	益	也。
lamelle	<i>yú</i>	<i>jí</i>	<i>yì</i>	<i>yě</i>
n° 31	rester	alors	ajout	DECL

Ce qui reste est ce que l'on doit ajouter.

(25)	母		相	乘	也	為	法。
lamelles	<i>mǔ</i>		<i>xiāng</i>	<i>chéng</i>	<i>yě</i>	<i>wéi</i>	<i>fǎ</i>
n°s 28 et 29	dénominateur		l'un l'autre	multiplier	TOP	faire	diviseur

Les dénominateurs se multiplient entre eux donnant le diviseur

(26)	四分	而	乘	一	也	四分	一	也
lamelles	<i>sì fēn</i>	<i>ér</i>	<i>chéng</i>	<i>yī</i>	<i>yě</i>	<i>sì fēn</i>	<i>yī</i>	<i>yě</i>
n°s 3 et 4	{4}fēn	TOP	multiplier	{1}	TOP	{4}fēn	{1}	DECL

1/4 fois 1 cela fait 1/4

Quand *yě* marque un prédicat, il s'agit d'un prédicat nominal dont la traduction française fera souvent apparaître la copule « être » comme dans (22), (23) et (33). Marco Caboara (2016) estime alors que l'on peut considérer que *yě* est une copule, c'est-à-dire qu'il assimile son rôle à celui du verbe « être » des propositions attributives françaises. Mais Maurizio Scarpari (2016)

s'oppose à cette analyse qui fait débat à cause de considérations techniques sur la définition de ce qu'est une copule. Les deux auteurs se rejoignent pourtant puisque finalement aucun des deux ne recoure ni au terme « copule » ni au verbe « être » dans leurs gloses du terme *yě*.

2-1-7. « *Jí* 卽 » : « ALORS »

Le terme *jí* 卽 intervient 22 fois, il est généralement une conjonction logique que l'on glose et traduit par « alors ». Il peut occasionnellement, en position adverbiale, contribuer à la construction d'une proposition à prédicat nominal comme dans (23) et (24).

2-1-8. « *Yì* 亦 » : « DE MÊME »

Le terme *yì* 亦 intervient 16 fois, toujours en position adverbiale (devant le verbe), on le glose par « de même » comme dans (27) où il est placé devant la seconde occurrence de *bàn* {1/2} qui est ici un verbe dont l'objet est *zǐ* (numérateur).

46

(27)	半	母	亦	半	子.
<i>lamelle</i>	<i>bàn</i>	<i>mǔ</i>	<i>yì</i>	<i>bàn</i>	<i>zǐ</i>
n° 19	{1/2}	dénominateur	de même	{1/2}	numérateur

On prend la moitié du dénominateur et du numérateur.

2-1-9. « *Jīn* 今 » : ACTUALISATION

Le terme *jīn* 今 (actuel) intervient 34 fois dans le texte, il signale le passage du générique et de l'hypothétique, d'une part, au spécifique et à l'actuel, d'autre part.

Typiquement le terme *jīn* introduit les données numériques d'une situation particulière qui vient illustrer un énoncé général (une règle générale, la valeur d'un taux ou d'un prix unitaire, etc.), on traduit alors par « considérons » comme dans (28) et (29). Le terme *jīn* 今 est généralement suivi de *yǒu* 有 (avoir)⁷ comme dans (28) ou d'un autre verbe comme dans (29).

7. Ultérieurement dans les *Neuf Chapitres*, *jīn yǒu* 今有 utilisé comme prédicat en viendra à désigner spécifiquement l'application de la règle de trois. Il n'en est pas encore ainsi dans le *Livre sur les calculs*, même si l'expression apparaît fréquemment justement dans les situations qui font intervenir la règle de trois.

(28)	今	有	金	七分	銖	之	三.
<i>lamelle</i>	<i>jīn</i>	<i>yǒu</i>	<i>jīn</i>	<i>qī fēn</i>	<i>zhū</i>	<i>zhī</i>	<i>sān</i>
<i>n° 30</i>	actuel	avoir	or	{7}fēn	<i>zhū</i>	<i>zhī</i>	{3}

Considérons 3/7 de *zhū* d'or.

(29)	今	欲	出	其	七分	銖	六
<i>lamelle</i>	<i>jīn</i>	<i>yù</i>	<i>chū</i>	<i>qí</i>	<i>qī fēn</i>	<i>zhū</i>	<i>liù</i>
<i>n° 28</i>	actuel	souhaiter	sortir	3POSS	{7}fēn	<i>zhū</i>	{6}

considérons que l'on souhaite en retirer 6/7 de *zhū*

Parfois *jīn* est utilisé au sein d'une proposition pour annoncer un décalage par rapport à la situation présentée initialement (sections 4-34, 4-35, 4-37), nous traduisons alors par « en réalité » comme dans (30).

(30)	取	泉	程:	十	步
<i>lamelle</i>	<i>qǔ</i>	<i>xī</i>	<i>chéng</i>	<i>shí</i>	<i>bù</i>
<i>n° 91</i>	prendre	chanvre	norme	{10}	<i>bù</i>

Pour 10 *bù* [carrés] on prélève en impôt

三	圍	束	一	今	乾	之	二十八	寸。
<i>sān</i>	<i>wéi</i>	<i>shù</i>	<i>yī</i>	<i>jīn</i>	<i>gān</i>	<i>zhī</i>	<i>èr shí bā</i>	<i>cùn</i>
{3}	<i>wéi</i>	botte	{1}	actuel	sécher	3OBJ	{2}{10}{8}	<i>cùn</i>

1 botte de 3 *wéi* de circonférence qui font en réalité 28 *cùn* après séchage.

2-1-10. « *Lìng* 令 » : CAUSATIF ET CONDITIONNEL

Le terme *ling* 令 intervient 25 fois dans le *Livre sur les calculs*. Xu Dan (2006, 124-129), se référant à des textes transmis et à un corpus excavé⁸ des Royaumes combattants, montre que le sens premier de *ling* 令 est « ordonner » (un supérieur en direction d'un subordonné)⁹, puis que le terme s'est grammaticalisé pour intervenir dans des constructions causatives et conditionnelles. On ne trouve pas le sens « ordonner » de façon manifeste dans notre corpus, sauf peut-être dans (31) et (32) où nous avons pourtant préféré interpréter en constructions causatives. Les constructions causatives se trouvent communément dans des instructions de calculs comme dans (70). Des constructions conditionnelles se voient dans (33) et (34).

8. Un texte excavé en 1973 à Mawangdui : Le *Livre de l'école de diplomatie des Royaumes combattants* [Zhànguó zònghéngjiā shū 戰國縱橫家書].

9. C'est de cette acception que provient le sens « décret » dans par exemple le titre *Lois et décrets de la deuxième année* du texte législatif excavé à Zhangjiashan avec le *Livre sur les calculs*.

Dans les *Neuf Chapitres*, d'après Karine Chemla & Guo Shuchun (2004, 955-956), *ling* 令 deviendra un terme mathématique signifiant « effectuer [une opération] », mais ce n'est pas encore le cas dans le *Livre sur les calculs*.

(31) 欲 令 一 人
lamelle yù ling yī rén
n° 129 souhaiter CAUS {1} personne

On voudrait qu'une seule personne

自 伐 竹 因 為 盧唐。
zi fá zhú yīn wéi lútáng
soi-même couper bambou pour faire tube de bambou
coupe les bambous elle-même afin de confectionner les tubes.

(32) 今 欲 令
lamelle jīn yù ling
n° 131 actuel souhaiter CAUS

Considérons que l'on veuille faire en sorte que

一 人 為 矢 且 羽 之。
yī rén wéi shǐ qiě yǔ zhī
{1} personne faire flèche et empenner 3OBJ
I seule personne fabrique des flèches et les empenne.

(33) 令 皆^a 糲 也,
lamelle ling jiē lì yě
n° 136 Si tout millet décortiqué DECL

Si tout le mélange était du millet décortiqué,

a. L'adverbe *jiē* 皆 est placé ici avant l'attribut, ailleurs il serait devant un verbe. C'est l'un des moyens d'expression du pluriel identifiés par Xu Dan (2009).

錢 盈 二;
qián yíng èr
qián excéder {2}

on aurait un excédent de 2 qián ;

令 皆 糲 也,
ling jiē bài yě
si tout millet poli DECL

si tout le mélange était du millet poli

錢 不 足 六 少半。
qián bù zú liù shǎobàn
qián NEG suffisant {6} {1/3}

on aurait un déficit de 6 qián et 1/3 de qián.

(34) 令 如 廣 步 數 而
lamelle *lìng rú guǎng bù shù ér*
 n° 160 si comme largeur *bù* nombre TOP
Si on effectue la division par le nombre de *bù* de la largeur,

得 縱 一 步。
dé zòng yī bù
 obtenir longueur {1} *bù*
on obtient la longueur en *bù*.

2-1-11. « *Qiú* 求 » : REQUÊTES, CAUSATIF ET CONVERSIONS

Le terme *qiú* 求 (requérir) intervient 18 fois dans le texte. On en repère trois usages :

- le verbe « requérir » dans la locution « *qiú* 求 [...] » qui veut dire « requérir [la valeur de...] » comme dans (35) et (65) ;
- une marque de causatif¹⁰ comme dans (36) ;
- une tournure idiomatique concernant le change entre deux produits comme dans (37) et (38) où nous le glosons « requérir ».

49

(35) 欲 求 一 斗 步 數。
lamelle *yù qiú yī dòu bù shù*
 n° 86 souhaiter requérir {1} *dòu bù* nombre
On veut trouver le nombre de *bù* [carrés] pour un *dòu*.

(36) 廣 二 十 三 步，
lamelle *guǎng èr shí sān bù*
 n° 160 largeur {2}{10}{3} *bù*
Pour une largeur de 23 *bù*,

為 啟 縱 求 田 四 畝。
wéi qǐ zòng qiú tián sì mǔ
 faire extraire longueur CAUS champ {4} *mǔ*
on effectue l'extraction de la longueur pour que l'aire fasse 4 *mǔ*.

10. *Qiú* 求 est cité comme causatif par Xu Dan (2006, 128).

(37)	以	絡絲	求	練
<i>lamelle</i>	<i>yǐ</i>	<i>luò sī</i>	<i>qiú</i>	<i>liàn</i>
n° 78	avec	soie écrue	requérir	soie décreusée
	change de la soie écrue en soie décreusée			
(38)	粟		求	米
<i>lamelle</i>	<i>sù</i>		<i>qiú</i>	<i>mǐ</i>
n° 111	millet égrené		requérir	millet décortiqué
	change de millet égrené en millet décortiqué			

2-1-12. « WÉI 為 » : VERBE OU COPULE

Le terme *wéi* 為 intervient 266 fois, comme dans les exemples (4), (5), (6), (16), (18), (20), (25), (31), (32), (36), (42), (53), (55), (57), (67) et (70). Il est toujours glosé « faire » et il est traduit par les verbes « faire » ou « donner ».

Nous avons préféré ne pas gloser ni traduire par le verbe « être » qui pourrait faire passer *wéi* 為 pour une copule ; on pourra pourtant se reporter à Alain Peyraube et Thekla Wiebusch (1994) qui ont posé la question du degré de grammaticalisation de ce terme et celle de la pertinence de le considérer comme une copule. Dans la section 2-1-6, nous avons évoqué la même problématique au sujet de la particule *yě* 也.

50

2-2. DIRE LES NOMBRES

2-2-1. NOMMER LES ENTIERS

Dans le *Livre sur les calculs*, comme dans les autres ouvrages chinois de la même époque, les nombres entiers et les fractions (ce corpus ne fait intervenir ni nombre négatif, ni nombre décimal) sont écrits avec les mots de la langue, il n'y a aucune notation symbolique. Remarquons aussi que les mathématiques de la Chine ancienne ignorent la notion de « zéro » et n'ont pas de terme pour nommer ce que nous considérons aujourd'hui comme le « nombre zéro »¹¹ ; cette situation persistera même quand les nombres négatifs seront utilisés comme dans les *Neuf Chapitres*.

Nous avons décrit ailleurs¹² la numération linguistique des corpus excavés Qin-Han. Disons ici simplement que les 13 morphèmes *yī* {1}, *èr* {2}, *sān* {3}, *sì* {4}, *wǔ* {5}, *liù* {6}, *qī* {7}, *bā* {8}, *jiǔ* {9}, *shí* {10}, *bǎi* {100}, *qiān* {1 000} et

11. On pourra se référer à la discussion de CHENG Shaoxuan (2017).

12. ANICOTTE (2009, 2012, 2015a) ; on nous permettra de renvoyer à ANICOTTE (2015a) et aussi à XU Dan (2014) qui, dans son analyse de textes excavés Qin-Han, reprend un résultat de Rémi Anicotte (2009) sur l'usage de {1}.

wàn{10 000}¹³ se juxtaposent pour exprimer les nombres entiers : on trouve *èr shí bā wàn bā qiān qī bǎi wǔ shí* soit {2}{10}{10⁴}{8}{10³}{7}{10²}{5}{10} pour 28 750 dans la section 4-69, le plus grand entier dans le *Livre sur les calculs* est *dix millions* qui se dit *qiān wàn*{1000}{10 000} (section 4-3), *un million* se dit *bǎi wàn* {100}{10 000} (section 4-3), l'entier 105 se dit *bǎi wǔ* {100}{5} (section 4-66)¹⁴.

Les noms des entiers possèdent la capacité syntaxique de pouvoir fonctionner comme des verbes transitifs signifiant que l'on multiplie par la quantité qu'ils expriment. Voici deux exemples de ce trait grammatical :

(39) 五 之
lamelles n^{os} 21, 56, *wǔ* *zhī*
112, 115, 153, 187 {5} 3OBJ
(deux fois), et 189

on multiplie cela par 5

(40) 可 三, 三.
lamelles *kě* *sān* *sān*
n^{os} 21 et 25 pouvoir {3} {3}
[Si] on peut multiplier par 3, [alors] on multiplie par 3.

51

2-2-2. LES USAGES PARTICULIERS DU NUMÉRAL {1}

Le numéral *yī*{1} est généralement sous-entendu devant un nom d'unité de mesure. Par exemple, en marquant par \emptyset la place d'un potentiel {1} :

(41) 廣 \emptyset 丈 五 尺、 袤 三 丈
lamelle *guǎng* \emptyset *zhàng* *wǔ* *chǐ* *mào* *sān* *zhàng*
n^o 144 largeur \emptyset *zhàng* {5} *chǐ* longueur {3} *zhàng*

une largeur de 1 *zhàng* 5 *chǐ* et une longueur de 3 *zhàng*

Il peut cependant être présent, par exemple devant l'unité de longueur *chǐ* sur les lamelles n^{os} 1, 62 et 63 (sections 4-1 et 4-24), probablement à cause d'une volonté de surprécision.

13. Nous écrivons indifféremment *bǎi* {100} ou {10²}, *qiān* {1 000} ou {10³}, *wàn* {10 000} ou {10⁴}. Le morphème numérique *yī* {10⁸} (cent millions) du mandarin moderne n'apparaît pas dans notre corpus.

14. À titre de comparaison, la numération linguistique du mandarin moderne dirait respectivement *yī qiān wàn* {1}{10³}{10⁴} pour *dix millions*, *yī bǎi wàn* {1}{10²}{10⁴} pour *un million* et *yī bǎi líng wǔ* {1}{100}{líng}{5} pour 105.

Par ailleurs $yī\{1\}$ intervient régulièrement dans les expressions de la division présentées dans la section 2-3-4, et aussi pour introduire un dénominateur commun comme dans (6) et (42).

(42) 以 一 為 若干
lamelle n° 164 $yī$ $yī$ $wéi$ $ruògān$
pour $\{1\}$ faire un certain nombre
on prend un certain nombre pour unifier

Ici le numéral $yī$ a une fonction prédicative qui peut se rendre par le verbe « unifier » qui renvoie au dénominateur commun qui permet d’homogénéiser les fractions.

2-2-3. LES FRACTIONS PROPRES ET LES FRACTIONS COMPOSÉES

Les noms d’entiers sont suivis du morphème $fēn$ 分 pour former des noms de fractions unitaires, par exemple $\{3\}fēn$ pour *un tiers*. Ce morphème $fēn$ apparaît aussi comme verbe voulant dire « fractionner, partager » comme dans (48) ou comme un nom signifiant « fraction » comme dans (8).

Le corpus peut exprimer des fractions de n’importe quel entier, pour autant que le numérateur soit inférieur au dénominateur. Autrement dit seules des fractions inférieures à 1 sont mentionnées, on parle de « fractions propres ». Et quand on est en présence d’un dividende supérieur au diviseur, le quotient en question est envisagé comme un calcul à effectuer, pas comme une fraction. Ainsi dans l’exemple suivant issu de la section 4-40, un taux de 10 pour 9 n’est pas exprimé comme une fraction. Le contexte laisse entendre que $1/3$ est déjà représenté sur la surface de calcul. Ensuite, pour en calculer les « $10/9$ », le texte propose soit de multiplier son numérateur 1 par 10 et de multiplier le dénominateur 3 par 9, soit de multiplier la fraction par 10 et de la diviser par 9, les deux approches donnant $(1 \times 10) / (3 \times 9) = 10/27$.

(43) 九 母, 十 子,
lamelle $jiǔ$ $mǔ$ $shí$ $zǐ$
n° 99 $\{9\}$ dénominateur $\{10\}$ numérateur
en multipliant par 9 le dénominateur et par 10 le numérateur

十 之, 九 而 一
 $shí$ $zhī$ $jiǔ$ $ér$ $yī$
 $\{10\}$ 3OBJ $\{9\}$ TOP $\{1\}$
[ou bien] en le multipliant par 10 et en divisant par 9

Cependant les termes *numérateur* et *dénominateur* sont à l'occasion utilisés sans rapport avec les fractions, mais pour désigner des positions sur la surface de calcul comme celles des numérateurs et dénominateurs des fractions, il en est ainsi dans les sections 4-52 et 4-68. On peut alors voir surgir des cas où le nombre en position de numérateur est supérieur à celui en position de dénominateur, mais dans ce cas il ne s'agit pas à proprement parler de fractions.

La façon de dire les fractions propres est régulière ; voici tous les modèles attestés (que l'on retrouve aussi dans les autres corpus des Qin et des Han occidentaux) :

Fraction unitaire 1/7		Fraction non unitaire 2/7	
sans unité	avec l'unité <i>cùn</i>	sans unité	avec l'unité <i>cùn</i>
{7} <i>fēn</i>	{7} <i>fēn cùn</i>		
{7} <i>fēn</i> {1}	{7} <i>fēn cùn</i> {1}	{7} <i>fēn</i> {2}	{7} <i>fēn cùn</i> {2}
{7} <i>fēn zhī</i> {1}	{7} <i>fēn cùn zhī</i> {1}	{7} <i>fēn zhī</i> {2}	{7} <i>fēn cùn zhī</i> {2}

Figure 2-1. Expression linguistique des fractions propres dans les textes Qin-Han.

Dans les modèles ci-dessus, *zhī* est un morphème qui apparaît dans certaines appellations de fractions¹⁵. Un modèle était préféré à un autre en fonction du contexte syntaxique, cependant le choix n'avait rien d'obligatoire et l'usage restait souple¹⁶.

Il existe trois mots spécifiques pour trois fractions particulières, ce sont *bàn* {1/2}, *shāobàn* {1/3} et *tàibàn* {2/3}. Les fractions 1/3 et 2/3 sont aussi parfois exprimées selon le modèle générique qui fait intervenir {3} *fēn* ; mais ce n'est pas le cas pour 1/2 qui ne s'exprime qu'avec le mot *bàn* généralement seul, précédé de {1} seulement sur la lamelle n° 3 (section 4-1).

15. L'analyse syntaxique et étymologique de la construction avec *zhī* des noms de fractions sort du cadre du présent ouvrage. Sur cette question, on nous permettra de renvoyer à ANICOTTE (2015b, 2016).

16. Dans les *Neuf Chapitres*, l'expression des fractions s'était standardisée à « dénominateur *fēn* unité *zhī* numérateur » quand il y avait une unité et à « dénominateur *fēn zhī* numérateur » quand il n'y en avait pas. Plus tard, et jusqu'au XIX^e siècle, on a aussi vu « dénominateur *zhī* numérateur » quand il n'y avait pas d'unité. Ce n'est qu'au début du XX^e siècle qu'a été imposée la forme standardisée actuelle « dénominateur *fēn zhī* numérateur unité ». On pourra se référer à ANICOTTE (2015b) qui décrit les évolutions de l'expression des fractions en chinois avec les formes mentionnées ici et d'autres plus anecdotiques.

Le mot *bàn* {1/2} partage avec les noms des entiers la capacité syntaxique de pouvoir fonctionner comme un verbe transitif signifiant que l'on multiplie par 1/2 ; voici un exemple :

(44)	可	半,	半	之。
<i>lamelle</i>	<i>kě</i>	<i>bàn</i>	<i>bàn</i>	<i>zhī</i>
n° 17	pouvoir	{1/2}	{1/2}	3OBJ

Si on peut multiplier par 1/2, on multiplie cela par 1/2.

On convient d'appeler « fraction composée » la somme d'un entier et d'une fraction propre, par exemple 16 + 12/18.

Le corpus ne laisse apparaître aucune fraction supérieure à 1 dans les données ou les résultats. Par conséquent la partie entière d'un quotient est systématiquement séparée de la partie « fraction propre » formant de la sorte une « fraction composée ».

$$\begin{array}{ccc}
 16 & + & \frac{12}{18} \\
 \underbrace{\hspace{1.5cm}} & & \underbrace{\hspace{1.5cm}} \\
 \text{nombre entier} & & \text{fraction « propre »} \\
 & & \text{(plus petite que 1)} \\
 \underbrace{\hspace{3.5cm}} & &
 \end{array}$$

Figure 2-2. Fraction composée : somme d'un entier et d'une fraction « propre ».

L'expression de ces sommes est régulière : d'abord est énoncée la partie entière, puis vient la fraction propre, l'entier et la fraction sont parfois reliés à l'aide de la conjonction *yòu*, s'il y a un nom d'unité il apparaît une première fois après l'entier puis à nouveau dans le nom de la fraction. Par exemple, avec l'unité de longueur *chǐ* :

(45)	十六	尺	又	十八分	尺	之	十二
<i>lamelle</i>	<i>shí liù</i>	<i>chǐ</i>	<i>yòu</i>	<i>shí bā fēn</i>	<i>chǐ</i>	<i>zhī</i>	<i>shí èr</i>
n° 55	{10}{6}	<i>chǐ</i>	et	{10}{8}fēn	<i>chǐ</i>	<i>zhī</i>	{10}{2}

16 *chǐ* et 12/18 de *chǐ*

L'expression « *yǐ* [diviseur] *míng fēn* » est utilisée comme dans (46) et (47) pour annoncer que l'on forme une fraction dont le dénominateur est le diviseur cité, nous traduisons par « on fait une fraction dont le dénominateur est

le diviseur ». Typiquement, cela survient quand une division produit un reste qui devient le numérateur d'une fraction, alors que le diviseur sert de dénominateur.

(46) 不 盈 寸 者,
lamelle *bù yíng cùn zhě*
n° 42 NEG excéder *cùn* NMLZ
Si [le reste] est plus petit que 1 cùn,

以 法 命 分。
yǐ fǎ mìng fēn
 avec diviseur nommer fraction
on en fait une fraction dont le dénominateur est le diviseur.

(47) 不 盈 步 者
lamelle *bù yíng bù zhě*
n° 160 NEG excéder *bù* NMLZ
De ce qui est inférieur à 1 bù,

以 廣 命 分。
yǐ guǎng mìng fēn
 avec largeur nommer fraction
on fait une fraction dont le dénominateur est la largeur.

55

On trouve aussi la construction « *yǐ* [quantité] *mìng* POSS *shí* », par exemple dans (48) tiré de la section 4-9. Nous traduisons par « affecter au dividende [quantité] comme diviseur ».

(48) 徑 分
lamelle *jìng fēn*
n° 26 direct partager
Un partage en parts égales

以 一 人 命 其 實。
yǐ yī rén mìng qí shí
 avec {1} personne nommer 3POSS dividende
affecte 1 personne au dividende [comme diviseur].

Quand il s'agit de comparer deux ou plusieurs fractions, le texte utilise *xià* 下 (dessous), généralement suivi de *yǒu* (avoir), pour signaler le plus grand des dénominateurs, et donc le découpage en parts les plus petites. Xu Dan

(2016) indique d'ailleurs que *xià* 下, outre son rôle locatif « dessous », peut, dans les corpus des Royaumes combattants et de Qin, se voir assigner le sens de « secondaire », « inférieur ». Voici un exemple encore tiré de la section 4-9 :

(49) 下 有 四分, 因而 四 之。
lamelle xià yǒu sì fēn yīn ér sì zhī
n° 27 dessous avoir {4}fēn multiplier par {4} 3OBJ
Si le plus grand dénominateur est 4, on multiplie tout par 4.

Il conviendra de rapprocher ce fait de langue de la façon de parler des unités plus petites au sein d'une échelle métrologique (section 2-4-1).

2-2-4. LES RAPPORTS, LES PRIX ET LES TAUX

Le texte du *Livre sur les calculs* tend à exprimer le rapport entre deux types de produits à l'aide de deux nombres entiers placés dans la séquence « $Nom_1 + Entier_1 + Nom_2 + Entier_2$ » sans recourir à des fractions. C'est le cas dans l'exemple ci-dessous qui énonce les proportions d'un mélange de 1/3 de millet décortiqué pour 2/3 de millet égrené sans introduire les fractions 1/3 ni 2/3 :

56
—

(50) 米 一 粟 二
lamelle mǐ yī sù èr
n° 119 millet décortiqué {1} millet égrené [2]
une [part de] millet décortiqué, deux [parts de] millet égrené

凡 十 斗
fán shí dòu
 total [10] dòu
faisant en tout 10 dòu

Dans (51), l'expression d'un prix avec l'unité de masse *liǎng* et l'unité monétaire *qián* ne fait pas non plus intervenir de fraction. Remarquons par ailleurs que, comme le texte n'utilise jamais d'unité quotient (voir la section 2-4-8), nous évitons de traduire « 315 *qián* par *liǎng* » :

(51) 金 價 兩 三百一十五 錢
lamelle jīn jià liǎng sān bǎi yī shí wǔ qián
n° 46 or prix liǎng {3}{10²}{1}{10}{5} qián
le prix de 1 liǎng d'or s'élève à 315 qián

Un taux d'imposition s'exprime également sans fraction dans (52) :

(52)	禾	三	步	一	斗
lamelle	<i>bé</i>	<i>sān</i>	<i>bù</i>	<i>yī</i>	<i>dǒu</i>
n°43	millet en panicules {3}		<i>bù</i>	{1}	<i>dǒu</i>
	3 <i>bù</i> [carrés] de millet en panicules sont taxés 1 <i>dǒu</i>				

Pour un taux de valeur d'échange en volume, nous avons l'exemple (53) qui signifie, toujours sans énoncer de fraction, qu'un volume donné de millet décortiqué *mǐ* vaut les 9/10 de ce volume en millet poli *bàì* :

(53)	米	少半	升	為	
lamelle	<i>mǐ</i>	<i>shǎobàn</i>	<i>shēng</i>	<i>wéi</i>	
n° 98	millet décortiqué {1/3}		<i>shēng</i>	faire	
	1/3 de <i>shēng</i> de millet décortiqué fait				
	糲	十分	升	之	三
	<i>bàì</i>	<i>shí fēn</i>	<i>shēng</i>	<i>zhī</i>	<i>sān</i>
	millet poli {10/fēn}		<i>shēng</i>	<i>zhī</i>	{3}
	3/10 de <i>shēng</i> de millet poli				

57

2-3. PARLER DES CALCULS

2-3-1. L'ADDITION

Le *Livre sur les calculs*, comme les autres corpus mathématiques des Han, recourt à une taxinomie riche et précise pour parler des quatre opérations et des calculs sur les fractions.

Pour exprimer l'addition, le corpus recourt aux quatre termes *bìng* 并 (54), *tóng* 同 (55), *cóng* 從 (56) et (57), et *jī* 積 (58).

(54)	并	三	人	出	錢	數
lamelle	<i>bìng</i>	<i>sān</i>	<i>rén</i>	<i>chū</i>	<i>qián</i>	<i>shù</i>
n° 33	grouper {3}		personne	sortir	<i>qián</i>	nombre
	on additionne les montants versés par les trois personnes					

(55)	同	之	以	為	法
lamelles	<i>tóng</i>	<i>zhī</i>	<i>yǐ</i>	<i>wéi</i>	<i>fǎ</i>
n° 164	assembler ^a 3OBJ		pour	faire	diviseur
et 165	on les additionne pour former le diviseur				

a. Selon HAO Huifang (2008, 430), le terme *tóng* 同 signifie généralement « assembler ». Ici il veut dire « ajouter » des nombres pour en calculer la somme.

(56) 下 袤 從 上 袤
lamelle xià mào cóng shàng mào
 n° 145 dessous longueur ajouter dessus longueur
la longueur du bas s'ajoute à celle du haut

(57) 子 相 從 為 法
lamelle zǐ xiāng cóng wéi fǎ
 n° 133 numérateur l'un l'autre ajouter faire diviseur
les numérateurs s'ajoutent formant le diviseur

(58) 廣 積 三十 尺
lamelle guǎng jī sān shí chǐ
 n° 141 largeur accumuler {3}{10} chǐ
les largeurs s'ajoutent donnant 30 chǐ

Ce dernier terme *jī* 積 peut à l'occasion exprimer un produit, qui est peut-être alors envisagé sous l'aspect d'un cumul du nombre d'occurrences voulues de la quantité à multiplier. Il sert dans d'autres contextes à désigner une aire ou un volume. Quitte à paraître anachronique, observons que cette polysémie s'est maintenue en chinois moderne avec par exemple les mots *chéngjī* 乘積 (produit), *miànjī* 面積 (aire), *tǐjī* 體積 (volume), *jīlěi* 積累 (accumuler, accumulation), *jīfēn* 積分 (somme de points gagnés ou calcul intégral).

2-3-2. LA MULTIPLICATION

Plusieurs expressions permettent d'exprimer un produit. Le terme le plus productif est *chéng* 乘. On voit aussi la locution *yīn ér* 因而 utilisée conjointement au pronom *zhī* 之. De façon plus rare, il y a *jī* 積 qui, on vient de le voir, intervient aussi parfois pour parler de l'addition.

Commençons par *chéng* 乘 (59) et ses dérivés *zì chéng* 自乘 (60), *xiāng chéng* 相乘 (61), *hù chéng* 互乘 (62), ainsi que *xiàn chéng* 羨乘 (63) qui a la même signification que *hù chéng* 互乘.

(59) 少半 乘 少半, 九分 一 也。
lamelle shǎobàn chéng shǎobàn jiǔ fēn yī yě
 n° 8 {1/3} multiplier {1/3} {9}fēn {1} DECL
1/3 fois 1/3, cela fait 1/9.

La locution *zì chéng* 自乘 avec *zì* 自 (*soi-même*) permet d'exprimer le calcul du carré d'un nombre :

(60)	下	周	自	乘
<i>lamelle</i>	<i>xià</i>	<i>zhōu</i>	<i>zì</i>	<i>chéng</i>
n° 146	dessous	circonférence	soi-même	multiplier
	la circonférence de la base se multiplie elle-même			

Le composé *xiāng chéng* 相乘 avec *xiāng* 相 (l'un l'autre) permet d'exprimer le produit de nombres comme le fait *chéng* 乘 seul, mais en symétrisant les rôles des facteurs du produit :

(61)	母	相	乘
<i>lamelle</i>	<i>mǔ</i>	<i>xiāng</i>	<i>chéng</i>
n° 22	dénominateur	l'un l'autre	multiplier
	les dénominateurs se multiplient entre eux		

Pour la locution *hù chéng* 互乘, nous glosons *hù* 互 par « en biais », un choix lexical qui doit s'entendre de manière visuelle et en référence au positionnement des données sur la surface de calcul. Voici par exemple l'énoncé suivant extrait de la section 4-8 qui traite de la réduction au même dénominateur. Il signifie que chacun des numérateurs multiplie les dénominateurs des autres fractions¹⁷ :

(62)	子	互	乘	母
<i>lamelle</i>	<i>zǐ</i>	<i>hù</i>	<i>chéng</i>	<i>mǔ</i>
n° 22	numérateur	en biais	multiplier	dénominateur
	les numérateurs multiplient les dénominateurs des autres fractions			

Le corpus connaît aussi *xiàn chéng* 羨乘 qui, selon Peng Hao (2001, 47, note 14), possède le même sens que *hù chéng* 互乘. Nous glosons *xiàn* 羨 par « en biais » aussi ce qui est d'ailleurs bien l'un de ses sens recensés par Hao Huifang (2008, 83, 466) ; et à vrai dire, c'est cette glose qui a guidé notre choix pour celle de *hù* 互. Voici un exemple :

(63)	子	羨	乘	母
<i>lamelle</i>	<i>zǐ</i>	<i>xiàn</i>	<i>chéng</i>	<i>mǔ</i>
n° 24	dénominateur	en biais	multiplier	dénominateur
	chaque numérateur multiplie le dénominateur de l'autre fraction			

17. Remarquons que CHEMLA et GUO (2004, 931), pour les *Neuf Chapitres*, proposent pour *hù chéng* la traduction « multiplier les [...] par les [...] qui ne leur correspondent pas », en se référant aussi au placement des nombres sur la surface de calcul.

La locution *yīn ér* 因而, suivie d'un facteur numérique¹⁸, lui-même suivi du pronom *zhī* 之 qui réfère à une quantité multipliée, exprime également une multiplication :

(64)	因而	十二	之
<i>lamelle</i>	<i>yīn ér</i>	<i>shí èr</i>	<i>zhī</i>
n° 78	multiplier par	{10}{2}	3OBJ

on la multiplie par 12

Il faut finalement mentionner *jī* 積 parfois utilisé pour parler d'une multiplication, son sens se laisse comprendre grâce au contexte, alors qu'ailleurs, nous l'avons vu dans la section 2-3-1, le même mot peut signifier une addition, une aire ou un volume.

(65)	積	分	以	盡	所	求	分
<i>lamelle</i>	<i>jī</i>	<i>fēn</i>	<i>yǐ</i>	<i>jìn</i>	<i>suǒ</i>	<i>qiú</i>	<i>fēn</i>
n° 164	multiplier	fraction	pour	achever	ce que	requérir	fraction

on multiplie toutes les fractions dont on veut la valeur

2-3-3. LA SOUSTRACTION

Le corpus indique une soustraction à l'aide de *chú* 除, par exemple :

(66)	以	少	除	多
<i>lamelle</i>	<i>yǐ</i>	<i>shǎo</i>	<i>chú</i>	<i>duō</i>
n° 31	avec	moindre	retrancher	nombreux

on retranche le plus petit du plus grand

Le même terme apparaît aussi dans certaines locutions qui désignent une division.

2-3-4. LA DIVISION

Dans le *Livre sur les calculs*, comme dans tous les textes mathématiques Han accessibles, il existe une différenciation lexicale d'une part entre *fēnmǔ* 分母 (ou simplement *mǔ* 母) qui désigne le dénominateur d'une fraction, et *fǎ* 法 qui est le diviseur, et d'autre part entre *fēnzǐ* 分子 (ou plus souvent simplement *zǐ* 子) le numérateur, et *shí* 實 le dividende. Cette dichotomie du vocabulaire reflète une distinction conceptuelle entre, d'une part, la *fraction* envisagée comme nombre formé et exprimé avec deux entiers et, d'autre part, le *quotient*

18. Cette expression est identifiée par PENG Hao (2001, 47, note 12). Elle est figée dans le corpus où elle apparaît 13 fois, nous ne cherchons donc pas à analyser ses composants. Elle sera toujours utilisée dans les *Neuf Chapitres* : CHEMLA & GUO (2004, 1025).

compris comme une division potentiellement exécutable. L'expression la plus courante de la division repose alors directement sur les mots *fǎ* (diviseur) et *shí* (dividende). En voici un exemple :

(67) 以 四十 為 法,
lamelles *yǐ* *sì shí* *wéi* *fǎ*
n^{os} 59 et 60 avec {4}{10} faire diviseur

On prend 40 comme diviseur,

以 五 乘 三十五 為 實,
yǐ *wǔ* *chéng* *sān shí wǔ* *wéi* *shí*
 avec {5} multiplier {3}{10}{5} faire dividende

on multiplie 35 par 5 donnant le dividende,

實 如 法 得 一 錢。
shí *rú* *fǎ* *dé* *yī* *qián*
 dividende comme diviseur obtenir {1} *qián*

on effectue la division qui donne le résultat en *qián*.

On rencontre souvent des situations où seuls le dividende et le diviseur sont indiqués, alors que l'instruction de division est sous-entendue. Dans l'exemple précédent, la troisième et dernière ligne propose explicitement d'effectuer la division du dividende par le diviseur. Cette injonction permet d'introduire une information importante : l'unité du quotient, ici *qián*.

Dans l'exemple précédent, on voit la formulation « *rú fǎ dé* {1} unité de mesure » qui illustre un usage particulier du numéral {1} que l'on pourrait rendre par « unifier selon le diviseur » si l'on tenait à évoquer le champ sémantique de « l'unité ». Mais concrètement cela signifie « effectuer la division (par le diviseur) », et c'est simplement ainsi que nous traduisons.

On trouve aussi *chéng* 成 (devenir) à la place de *dé* 得 (obtenir). La mention du diviseur *fǎ* peut à l'occasion être suivie du morphème de thématization *ér* 而 formant « *rú fǎ ér dé* {1} (unité de mesure) » ou « *rú fǎ ér chéng* {1} (unité de mesure) ». L'ensemble de l'instruction dénotant une division peut être précédé du terme *lìng* 令 formant une construction causative (voir la section 3-1-10).

Le terme *chú* 除 réfère en premier lieu à la soustraction mais apparaît également dans des instructions de division suggérant une routine de division qui reposerait sur la soustraction du diviseur sur le dividende autant de fois qu'il se peut. Dans (68), on le trouve devant 16 qui est le diviseur puisque 16 est suivi de « *ér dé yī* ». En revanche dans (69), il est placé devant une quantité qui est forcément le dividende puisqu'elle est suivie de la locution « *rú fǎ* (diviser par le diviseur) » :

(68)	除	十六	而	得	一
<i>lamelle</i>	<i>chú</i>	<i>shí liù</i>	<i>ér</i>	<i>dé</i>	<i>yī</i>
n° 78	retrancher	{10}{6}	TOP	obtenir	{1}

on divise par 16

(69)	除	積	步	如	法
<i>lamelle</i>	<i>chú</i>	<i>jī</i>	<i>bù</i>	<i>rú</i>	<i>fǎ</i>
n° 165	retrancher	aire	<i>bù</i>	comme	diviseur

l'aire en *bù* [carrés] est divisée par le diviseur

Karine Chemla (2013) observe que ces expressions de la division avec *chú* 除, qui se rencontrent dans tous les textes excavés des Qin et des Han orientaux, sont également présentes dans le *Gnomon des Zhou*, mais plus dans les *Neuf Chapitres* dont la composition (ou plutôt la dernière réécriture) serait donc plus tardive.

2-4. MANIEMENT DES UNITÉS DE MESURE

2-4-1. LES ÉCHELLES MÉTROLOGIQUES ET LES CONVERSIONS

62

Les échelles métrologiques des systèmes d'unités de mesure sont des suites de coefficients multiplicateurs qui font passer d'une unité à la suivante. Par exemple, l'échelle métrologique des unités de longueur du système métrique est donnée ci-dessous :

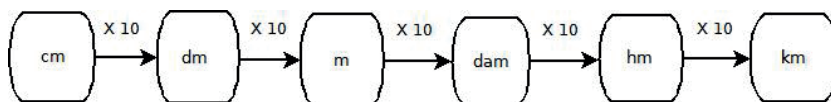


Figure 2-3. Unités de longueur du système métrique.

Ce système est une construction savante qui a vu le jour dans la France du XVIII^e siècle. Elle fait volontairement correspondre les sous-unités à des multiples décimaux ou à des fractions décimales de l'unité principale.

Au début des Han, des échelles décimales sont utilisées pour les capacités avec $1 \text{ shí} = 10 \text{ dòu} = 100 \text{ shēng}$, pour une partie des unités de longueur avec $1 \text{ zhàng} = 10 \text{ chǐ} = 100 \text{ cùn}$ (mais $1 \text{ lì} = 180 \text{ zhàng}$ et $1 \text{ bù} = 6 \text{ chǐ}$), et pour une partie des unités d'aire avec $1 \text{ qǐng} = 100 \text{ mǔ}$ (mais $1 \text{ mǔ} = 240 \text{ bù}^2$ et $100 \text{ lì}^2 = 375 \text{ qǐng}$).

L'échelle des unités de masse n'était aucunement décimale et faisait intervenir les coefficients 4, 30, 16, 24. Les concepteurs des échelles métrologiques non décimales semblent avoir privilégié des coefficients qui

facilitent les partages d'une unité dans une unité plus petite quand on travaille avec des fractions et non avec des nombres décimaux, ces derniers ayant été conçus bien plus tard. Par exemple, avec les unités de capacité 1 *shí* = 10 *dǒu*, on ne compte que trois fractions exactes : $1/2 \text{ shí} = 5 \text{ dǒu}$, $1/5 \text{ shí} = 2 \text{ dǒu}$ et $1/10 \text{ shí} = 1 \text{ dǒu}$. Alors qu'avec les unités de masse 1 *liǎng* = 24 *zhū*, on en a six : $1/2 \text{ liǎng} = 12 \text{ zhū}$, $1/3 \text{ liǎng} = 8 \text{ zhū}$, $1/4 \text{ liǎng} = 6 \text{ zhū}$, $1/6 \text{ liǎng} = 4 \text{ zhū}$, $1/12 \text{ liǎng} = 2 \text{ zhū}$ et $1/24 \text{ liǎng} = 1 \text{ zhū}$.

Le terme *xià* 下 (dessous) est utilisé dans la section 4-30 pour désigner l'unité de plus basse dénomination, le plus fin découpage ou la plus petite part, tandis que *shàng* 上 (dessus) désigne une unité supérieure. On reproduit dans (70) le passage qui contient ces termes, mais la compréhension sera plus aisée en se reportant au texte complet de la section qui explique le traitement préalable sur une quantité exprimée par une somme où interviennent les unités *shí*, *dǒu*, *shēng* pour les capacités ou *shí*, *jīn*, *liǎng*, *zhū* pour les masses. La procédure demande de convertir l'ensemble dans la plus petite unité présente. Est demandé également de transformer dans la même unité le dividende qui avait été affecté de l'unité *shí* ; le texte recourt aussi au terme *pò* 破 (casser) qui suggère de *décomposer* en éléments plus petits.

(70)	破	其	上,
<i>lamelle</i>	<i>pò</i>	<i>qí</i>	<i>shàng</i>
n° 75	casser	3POSS	dessus

on développe les unités supérieures,

令	下	從	之
<i>lìng</i>	<i>xià</i>	<i>cóng</i>	<i>zhī</i>
CAUS	dessous	ajouter	3OBJ

on fait que ce qui est dans l'unité la plus petite s'y ajoute

以	為	法,	錢	所	乘
<i>yǐ</i>	<i>wéi</i>	<i>fǎ</i>	<i>qián</i>	<i>suǒ</i>	<i>chéng</i>
pour	faire	diviseur	<i>qián</i>	ce que	multiplier

pour former le diviseur, ce que les *qián* multiplient

亦	破	如	此。
<i>yì</i>	<i>pò</i>	<i>rú</i>	<i>cǐ</i>
de même	casser	comme	ceci

se convertit de même dans cette unité.

2-4-2. LE TEMPS

On trouve dans le texte *rì* 日 pour « jour » et *yuè* 月 pour « mois », ce sont des mots de la langue courante. La section 4-51 mentionne de plus les « décades » (10 jours) *xún* 旬 et certains termes formés à partir des 10 *tiges célestes* et des 12 *branches terrestres*, qui servent ici à désigner des jours.

La longueur d'un mois est de 30 jours dans la section 4-25. On sait que l'année de 12 mois était complétée par des jours intercalaires ou un mois intercalaire pour coïncider avec l'année solaire qui dure environ 365,25 jours. Et c'est la réforme calendaire impulsée par l'empereur Wu des Han (*Hàn Wǔ Dì* 漢武帝, règne de - 141 à - 87) postérieure à la rédaction de notre corpus qui introduisit une alternance de mois de 29 ou 30 jours, tout en maintenant le principe des mois intercalaires.

2-4-3. LES MASSES

Les unités de masse sont *zhū* 銖, *liǎng* 兩, *jīn* 斤, *jūn* 鈞 et *shí* 石. Ces unités s'inscrivent dans l'échelle métrologique suivante : 1 *shí* = 4 *jūn*, 1 *jūn* = 30 *jīn*, 1 *jīn* = 16 *liǎng*, 1 *liǎng* = 24 *zhū*. La fin de la section 4-17 consiste d'ailleurs en la liste des rapports de conversion entre la plus petite unité *zhū* et les quatre autres.

64

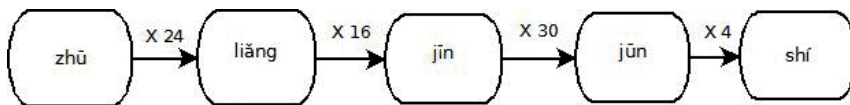


Figure 2-4. Unités de masse des Han occidentaux.

Anthony Hulsewé (1985, 19), se fondant sur des données archéologiques, estime que 1 *jīn* \approx 250 g. Nous en déduisons : 1 *zhū* \approx 0,65 g, 1 *liǎng* \approx 15,6 g, 1 *jūn* \approx 7,5 kg et 1 *shí* \approx 30 kg.

2-4-4. LES LONGUEURS

Les unités de longueur sont *cùn* 寸, *chǐ* 尺, *bù* 步, *zhàng* 丈 et *lǐ* 里. On a la série décimale 1 *zhàng* = 10 *chǐ* = 100 *cùn*. Mais 1 *bù* = 6 *chǐ* = 60 *cùn*, et la plus grande unité de longueur *lǐ* est définie par 1 *lǐ* = 180 *zhàng*.

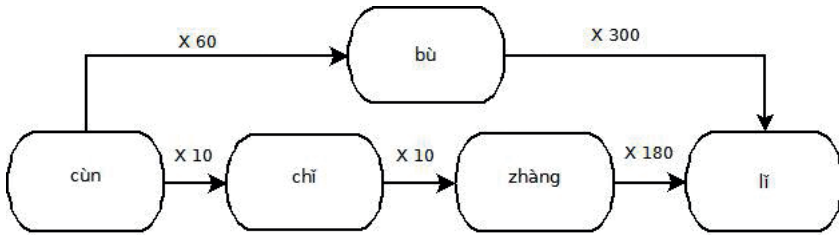


Figure 2-5. Unités de longueur des Han occidentaux.

Anthony Hulsewé (1985, 19) donne $1\text{ chǐ} \approx 23\text{ cm}$ en s'appuyant sur des indices textuels et archéologiques ; nous en déduisons : $1\text{ cùn} \approx 2,3\text{ cm}$, $1\text{ zhàng} \approx 2,3\text{ m}$, $1\text{ bù} \approx 1,38\text{ m}$, et $1\text{ lǐ} \approx 414\text{ m}$.

On constate que 1 chǐ est du même ordre de grandeur que 1 pied et que 1 cùn vaut approximativement 1 pouce ce qui conduit certains traducteurs à opter pour ces deux noms d'unités occidentales, mais ne perdons pas de vue que l'on passe d'un *pouce* à un *pied* avec un coefficient 12 alors qu'il est de 10 entre *cùn* et *chǐ*.

On trouve de plus l'unité de longueur *wéi* 圍 qui est la circonférence d'un cercle de diamètre 1 chǐ . Cette unité intervient dans des sections où elle est affectée à des circonférences de cercle et où la constante π est, sans commentaire, prise égale à 3. Autrement dit, dans notre texte, $1\text{ wéi} = 3\text{ chǐ}$.

2-4-5. LES AIRES

Les unités d'aire sont *mǔ* 畝 et *qǐng* 頃, 1 mǔ est défini comme valant 240 bù^2 par la réglementation Han¹⁹, et $1\text{ qǐng} = 100\text{ mǔ}$.

On voit aussi des unités d'aire qui proviennent des unités de longueur *bù* et *lǐ* sans spécification équivalente à notre « carré ».

Ces unités d'aire valent approximativement : $1\text{ bù}^2 \approx 1,9\text{ m}^2$ (c'est l'aire d'un carré de $1,38\text{ m}$ sur $1,38\text{ m}$ puisque $1\text{ bù} \approx 1,38\text{ m}$). On en déduit que $1\text{ mǔ} \approx 457\text{ m}^2$ (c'est l'aire d'un carré d'environ $21,4\text{ m}$ de côté), $1\text{ qǐng} \approx 45\text{ 706 m}^2$ soit environ $4,6\text{ hectares}$ (aire d'un carré de 214 m de côté approximativement) et $1\text{ lǐ}^2 \approx 171\text{ 396 m}^2$ soit environ 17 hectares ou $0,17\text{ km}^2$ (l'aire d'un carré de 414 m de côté approximativement).

19. La *Loi sur les champs* [Tián lǜ 田律] des *Lois et décrets de la deuxième année* trouvée dans la même tombe que notre corpus, stipule que 1 mǔ vaut 240 bù^2 . PENG Hao (2001, 67) explique qu'il s'agit d'une réglementation initialement introduite par le réformateur Shang Yang 商鞅 dans le royaume de Qin en -352 abolissant ainsi le système *jingtián* 井田 de la dynastie Zhou qui définissait quant à lui 1 mǔ comme valant 100 bù^2 .

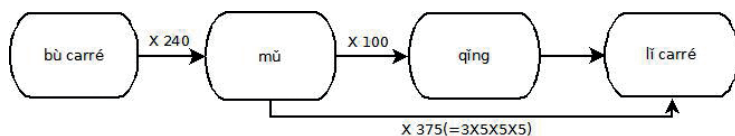


Figure 2-6. Unités d'aire des Han occidentaux.

La valeur $1 \text{ lǐ}^2 = 375 \text{ mǔ}$ est donnée dans la section 4-69 sous la forme du produit $3 \times 5 \times 5 \times 5$ lors de l'énoncé d'une procédure de conversion.

2-4-6. LES CAPACITÉS ET LES VOLUMES

Les unités de capacité sont *shēng* 升, *dǒu* 斗 et *shí* 石 qui entretiennent des rapports décimaux : $1 \text{ shí} = 10 \text{ dǒu} = 100 \text{ shēng}$.



Figure 2-7. Unités de capacité des Han occidentaux.

La seule unité de volume que l'on trouve dans le texte²⁰ est *chǐ* 尺 [au cube], soit approximativement 12 dm^3 . Cette unité dérive de l'unité de longueur *chǐ*. Elle est utilisée sans indication équivalente à notre « cube ».

Le terme *cùn* intervient une fois (section 4-57, lamelle n° 146) dans l'expression « {2} *chǐ* {7} *cùn* » qui désigne en fait un volume de $2,7 \text{ chǐ}^3$ soit $2\,700 \text{ cùn}^3$. Ainsi le terme *cùn* signifie ici un dixième de *chǐ*³ et non 1 cùn^3 .

Anthony Hulsewé (1985, 19) donne $1 \text{ shēng} \approx 200 \text{ cm}^3$ soit $1/5 \text{ l}$ à partir de données archéologiques. Nous en déduisons que $1 \text{ dǒu} \approx 2 \text{ l}$ et $1 \text{ shí} \approx 20 \text{ l}$.

2-4-7. LE CAS DE « SHÍ 石 »

Un même terme *shí* 石 désigne la plus grande unité de capacité ($1 \text{ shí} = 10 \text{ dǒu}$), et renvoie également à la plus grande unité de masse ($1 \text{ shí} = 4 \text{ jūn}$). Le texte de la section 4-30 (*Taux pour un shí* [Shí lǜ 石率]) prouve qu'il ne s'agissait pas de deux mots indépendants fortuitement écrits avec un même caractère, mais bel et bien d'un même terme utilisable aussi bien dans la série des unités de capacité que dans celle des unités de masse. Dans le *Livre sur les calculs*, le

20. Dans les sections 4-54 à 4-60.

contexte élimine à chaque fois tout risque d'ambiguïté ; on notera en particulier la section 4-36 où les deux sens sont employés conjointement avec la précision « 1 *shí* qui fait 10 *dǒu* » pour préciser qu'à un certain point l'on ne parle plus du *shí* de masse mais du *shí* volumique.

L'élimination du terme *shí* 石 comme plus grande unité de capacité et son remplacement par *hú* 斛 serait survenue au plus tard en l'an 9 d'après Loewe (1961).

De nos jours, l'usage comme unité de masse s'est perdu, il existe en revanche une unité de capacité *dàn* 石 désormais étalonnée à 100 litres. Le *Xiàndài hànyǔ guīfàn cídiǎn*²¹ recommande la lecture *shí* pour l'unité dans les textes anciens et réserve la lecture *dàn* à l'unité de capacité moderne. Mais, dans les textes mathématiques d'avant la réforme qui introduisit *hú* 斛, il s'agissait d'un seul et même terme, il convient donc d'adopter toujours la même prononciation et nous transcrivons *shí* systématiquement. La dichotomie *shí/dàn* est moderne puisque les anciens dictionnaires *Shuō wén jiě zì* 說文解字 (II^e siècle) et *Guǎng yùn* 廣韻 (XI^e siècle) ne mentionnent qu'une seule prononciation. Aujourd'hui, s'agissant de l'unité de mesure dans les textes excavés, certains spécialistes chinois optent pour *shí* (c'est le cas de Xiao Can), d'autres préfèrent la lecture *dàn* (c'est le cas de Peng Hao), et aucun n'accorde vraiment d'importance à cette question qui n'est qu'un cas parmi bien d'autres de lecture en chinois moderne d'un mot du chinois ancien dont l'usage ne s'est pas transmis tel quel.

2-4-8. L'ÉVITEMENT DES UNITÉS QUOTIENTS

On ne rencontre aucune unité quotient dans le *Livre sur les calculs*. Par exemple, les taux d'imposition agricoles sont toujours énoncés avec la superficie qui donne 1 *dǒu* de prélèvement ; par exemple « 1 *dǒu* pour 3 *bù*² » dans (52), « 1 *dǒu* pour 10 *bù*² » dans (71). Un prix est exprimé également sans unité quotient dans (51). Nous sommes habitués à exprimer cela sous la forme 1/10 *dǒu/bù*², mais ce n'est pas le choix du corpus qui n'envisage aucun quotient d'unité.

(71)	田	一	畝	租	之	十	步	一	斗
<i>lamelle</i>	<i>tián</i>	<i>yī</i>	<i>mǔ</i>	<i>zū</i>	<i>zhī</i>	<i>shí</i>	<i>bù</i>	<i>yī</i>	<i>dǒu</i>
<i>n° 96</i>	champ	{1}	<i>mǔ</i>	taxer	3OBJ	{10}	<i>bù</i>	{1}	<i>dǒu</i>
	un champ de 1 <i>mǔ</i> est taxé 1 <i>dǒu</i> pour 10 <i>bù</i> [carrés]								

21. *Xiàndài hànyǔ guīfàn cídiǎn* [现代汉语规范词典] (Dictionnaire du chinois contemporain), 2010, *Wàiyǔ jiàoxué yǔ yánjiū chūbǎnshè* 外语教学与研究出版社, Beijing, pp. 262, 1199.

La section 4-30 présente une procédure générale pour calculer un « taux pour un *shí* » qui est le prix d'une quantité de 1 *shí* de n'importe quel produit.

Un tel taux est calculé dans la section 4-31 pour un achat de sel. Un point remarquable est que la procédure fait en sorte que ce prix ne soit pas exprimé en *qián/shí*, mais en *qián*. On y parvient grâce à une instruction de calcul qui demande explicitement de multiplier le prix considéré par 1 *shí*, ce qui ne modifie pas la valeur numérique, mais change l'unité qui lui est affectée.

On peut voir aussi la section 4-9 qui concerne un partage en parts égales entre plusieurs personnes et qui recourt à une formulation particulière pour parler de la somme attribuée à une personne là où nous nous exprimerions en *qián*/personne.

Cet évitement pourrait expliquer l'expression canonique d'un taux d'imposition en termes de ce que nous convenons d'appeler la « parcelle unitaire » qui est la superficie imposée donnant un impôt de 1 *dǒu* de la récolte considérée (section 3-3-11).

LA VIE MATÉRIELLE AU DÉBUT DE LA DYNASTIE HAN

3-1. LES BÂTONNETS DE CALCULS

Commençons par la représentation des nombres et les outils de calcul. Dans le texte du *Livre sur les calculs*, les nombres étaient écrits avec les mots de la langue courante. Et quand il fallait effectuer un calcul, les nombres étaient représentés avec des bâtonnets sur une surface plane. Les calculs s'effectuaient en manipulant ces bâtonnets appelés *suànchóu* 算筹. L'existence du calcul mental est attestée avec les tables de multiplication découvertes par l'archéologie et mentionnées dans la section 1–1, des formes de calcul écrit sont aussi envisageables même si nous n'en connaissons pas de trace. Toujours est-il que les bâtonnets étaient le principal outil de calcul. On en a retrouvé sur plusieurs sites archéologiques Han, ils se présentent sous la forme d'un parallélepède rectangle d'environ 12 cm de long, ils étaient fabriqués en bambou, en os ou en ivoire¹.

Notre texte est parsemé d'instructions comportant le terme *zhi* 置 « poser [sur la surface de calcul] », mais il n'explique pas la disposition des données numériques sur la surface de travail et ne mentionne aucune des routines de calcul mises en œuvre ; ces questions devaient donc sembler élémentaires aux auteurs et lecteurs du *Livre sur les calculs* et ne relevaient pas du même ordre de préoccupation que les situations et les procédures exposées dans le texte.

Ce dont nous savons du maniement des bâtonnets de calculs provient d'une ancienne tradition mathématique d'origine chinoise² mais partagée aussi avec le Japon et la Corée. Ils étaient disposés sur une surface plane formant des figures qui représentaient les chiffres de 1 à 9. La notation des nombres est ainsi positionnelle et décimale. Deux séries de figures différentes étaient utilisées en alternance afin de renforcer le marquage du rang décimal de chaque chiffre avec des traits verticaux pour les ordres pairs (unités 10^0 , centaines 10^2 , etc.) et horizontaux pour les ordres impairs (dizaines 10^1 , milliers 10^3 , etc.). Voici ces dispositions :

1. D'après VOLKOV (2001) qui se fonde sur des sources archéologiques.

2. Les sources écrites les plus anciennes sont trois textes chinois transmis dont la rédaction s'échelonne entre le IV^e et le VIII^e siècle : le *Classique de calcul de M^e Sun* [*Sūnzi suàn jīng* 孙子算经], le *Classique de calcul de Xiabou Yang* [*Xiàbóu Yáng suàn jīng* 夏侯陽算经], le *Classique de calcul de Zhang Qiuqian* [*Zhāng Qiūqiān suàn jīng* 張邱建算经].

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rangs d'ordre pair : unités, centaines, etc.	|	||	|||	||||	|||||	⊥	⊥	⊥	⊥
Rangs d'ordre impair : dizaines, milliers, etc.	—	=	≡	≡	≡	⊥	⊥	⊥	⊥

Figure 3-1. Représentation des chiffres avec des bâtonnets de calculs.
 Illustration adaptée d'Anicotte *et al.* (2015, 73).

Ainsi 371 est représenté $\equiv \perp |$ alors que 3 710 est représenté par $\equiv \perp -$. Notre zéro, dans un nombre comme 207, était signalé par une position vide sur la surface de calcul ; les utilisateurs devaient marquer la position de l'unité d'une façon ou d'une autre pour que l'on sache, par exemple, si la succession des trois symboles $\equiv \perp |$ doit être interprétée 371 ou 37 100, ou pour éviter le même genre d'équivoque entre 3 710 et 371 000 pour la représentation $\equiv \perp -$.

Ces bâtonnets permettaient une représentation dynamique des nombres et servaient d'instruments de calcul. La force de cet outil réside dans sa capacité à représenter simultanément plusieurs nombres sur la surface de calcul, ce que ne permettent de faire les calculettes électroniques que depuis les années 1990, et ce que l'on ne peut pas faire avec un boulier chinois.

Permettons-nous ici une digression sur le boulier chinois (*suàn pán* 算盤) ; c'est un instrument de calcul généralement fabriqué en bois et portant des billes (*zhū* 珠) qui peuvent coulisser le long de tiges fixées sur une armature. Il permet de représenter des nombres entiers comme on le voit sur la figure 3-2.

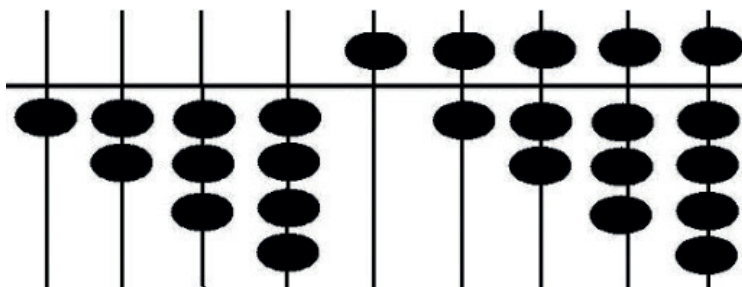


Figure 3-2. Représentation de 123 456 789 sur un boulier chinois.
 Illustration tirée d'Anicotte *et al.* (2015, 67).

Le boulier est apparu en Chine au plus tard au XII^e siècle sous les Song³, mais il est possible qu'il ait été connu bien avant. Toujours est-il que son usage a fini par supplanter celui des bâtonnets de calculs au XVII^e siècle⁴. Il s'est donc écoulé au moins cinq siècles entre l'émergence du boulier en Chine et sa généralisation.

Le boulier chinois ressemble à l'abaque romain schématisé sur la figure 3-3. Les quelques exemplaires conservés sont, d'après Bonner (1977, 180-188), des planches métalliques avec des rigoles où pouvaient glisser des billes. Les deux rigoles les plus à droite étaient réservées au calcul avec les fractions. Les autres rigoles étaient marquées d'un signe qui spécifiait leur rang décimal : unités I, dizaines X, centaines C, jusqu'aux millions. Elles étaient partagées en une partie haute avec une seule bille et une partie basse avec quatre billes.

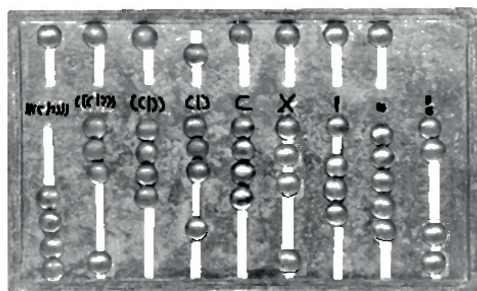


Figure 3-3. Schéma d'un abaque romain.

3. Cette estimation de la date la plus tardive est due à HUA Yinchun (1987, 28-37) qui s'appuie sur :

- (i) l'excavation en 1921 d'une bille de boulier d'un site archéologique (recouvert en 1108 par une crue du fleuve Jaune) situé dans le district de Julu 巨鹿 du Hebei ;
- (ii) la mention par Cheng Dawei 程大位 (1533-1606) dans ses *Sources des méthodes mathématiques* [*Suàn fǎ tǒng zōng* 算法統宗] de deux ouvrages (*Pán zhū jí* 盤珠集 et *Zǒu pán jí* 走盤集) aujourd'hui disparus mais dont les titres laissent penser qu'ils étaient consacrés au calcul avec un boulier ;
- (iii) des détails des tableaux le *Jour de Qingming au bord de la rivière* [*Qingming shàng hé tú* 清明上河圖] de Zhang Zeduan 張擇端 (1085-1145) et le *Colporteur* [*Qián kūn yī dān tú* 乾坤一擔圖] de Wang Zhenpeng 王振鵬 (actif au début des Yuan) qui ressemblent à des bouliers ;
- (iv) des références au calcul avec un boulier dans une édition des Song du *Classique de calcul de Xie Chawei* [*Xiè Cháwēi suàn jīng* 謝察微算經] de Xie Chawei actif sous les Tang, dans le *Nouveau Livre du Sud* [*Nán bù xīn shū* 南部新書] de Qian Yi 錢易 qui écrit entre 1008 et 1016, et dans le *Recueil des méditations silencieuses* [*Jìng xiū xiānshēng wénjí* 靜修先生文集] de Liu Yin 劉因, un personnage de la fin des Song et du début des Yuan.

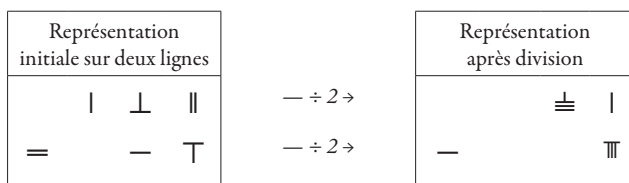
4. VOLKOV (2001) explique que Wang Wensu 王文素 discute encore des opérations avec les bâtonnets de calculs dans son *Précieux Miroir des connaissances sur le calcul* [*Suànxué bǎojiān* 算學寶鑑] publié en 1524. Puis MEI Wendeng 梅文鼎 (1633-1721) déclare dans ses *Écrits exhaustifs sur les calculs calendaires* [*Lisuàn quánshū* 曆算全書] qu'au XVII^e siècle les bâtonnets étaient tombés en désuétude, en tout cas en Chine. Alors que, toujours d'après VOLKOV (2001), ils continuaient à être utilisés en Corée et au Japon.

Hua Yinchun (1987, 40-51) met en garde contre l'idée d'une origine romaine du boulier chinois et préfère la thèse d'inventions indépendantes et sans transmission. Il insiste sur les différences matérielles entre les abaques chinois et romain : métal à Rome *versus* bois ou bambou en Chine ; billes coulissantes dans des rigoles à Rome *versus* sur des tiges en Chine ; rigoles réservées aux fractions particulières qui sont des sous-unités monétaires à Rome *versus* rien de tel en Chine. Il expose l'existence en Chine d'une algorithmique de calcul au boulier complète et explicitée par des comptines mnémotechniques⁵, un système qui proviendrait des routines de calcul avec les bâtonnets.

Finalement, les débuts des abaques dans les deux aires culturelles ne sont pas connus et la thèse des inventions séparées ne saurait être rejetée *a priori*, ni bien entendu celle d'une origine commune tierce. L'absence d'artefacts chinois contemporains de ces abaques romains n'est pas la preuve, ni même un indice, d'une origine romaine de cet outil de calcul.

Mais, même si l'on voit des lignes de continuité entre deux outils de représentation positionnelle décimale dynamique des nombres associés à des routines de calcul, cette discussion sur le boulier n'en reste pas moins anachronique par rapport à notre corpus. Revenons donc plutôt aux bâtonnets de calculs qui permettaient de représenter une fraction composée avec sa partie entière, son numérateur et son dénominateur. On pouvait représenter ensemble toutes les données d'une situation de proportionnalité (comme notamment dans les sections 4-20, 4-33 et 4-47), voire des termes consécutifs de suites géométriques (dans les sections 4-12, 4-14 et 4-15). On bénéficie ainsi des performances du calcul écrit, tout en faisant l'économie du matériel d'écriture.

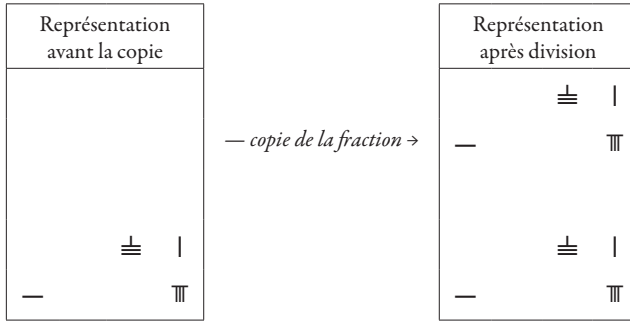
Reconstruisons à titre d'illustration la façon dont se déroulait la simplification de la fraction $162/2\ 016$ avec des bâtonnets de calculs, c'est l'exemple numérique qui clôt la section 4-7. On commence par effectuer une division par 2 et on obtient $81/1\ 008$:



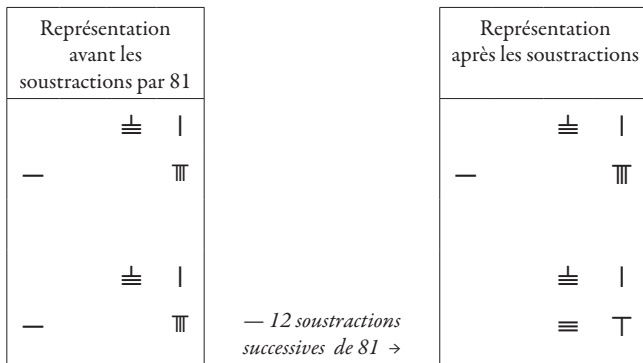
Dans la procédure de la section 4-7, les termes *mǔ* (dénominateur) et *zǐ* (numérateur) sont utilisés comme des variables dynamiques dans un algorithme qui leur assigne de nouvelles valeurs à chaque pas. Mais à la fin on

5. On trouvera les mnémotechniques de l'addition et de la soustraction par exemple dans ANICOTTE *et al.* (2015, 68-71).

doit retourner aux valeurs initiales du numérateur et du dénominateur pour les diviser par leur PGCD (plus grand commun diviseur) et obtenir la fraction simplifiée, donc, même si le manuscrit ne le précise pas, nous conjecturons⁶ que l'on fait tout d'abord une copie auxiliaire de la fraction 81/1 008 :

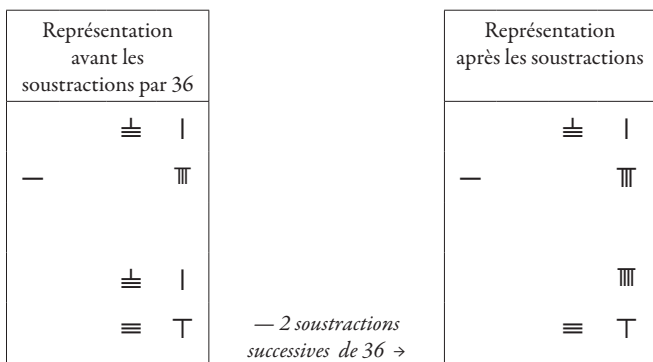


Sur l'une des deux représentations de 81/1 008 on soustrait 12 fois le numérateur 81 du dénominateur 1008 jusqu'à obtenir 36 auquel on ne peut plus soustraire 81 ; on interrompt alors les soustractions et on aboutit à la représentation ci-dessous avec toujours la valeur 81 pour la variable « numérateur » et désormais la valeur 36 pour la variable « dénominateur » :

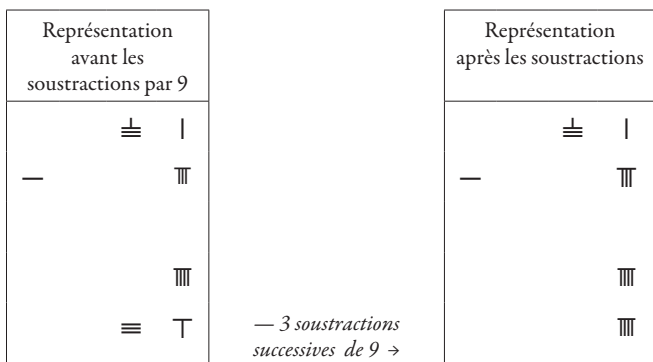


On soustrait maintenant la variable « dénominateur » 36 de la variable « numérateur », et après deux soustractions on obtient la nouvelle valeur 9 pour cette variable « numérateur » ; cette valeur étant inférieure à 36, on ne peut plus soustraire et on arrive à la configuration ci-dessous avec désormais 9 pour le « numérateur » et 36 pour le « dénominateur » :

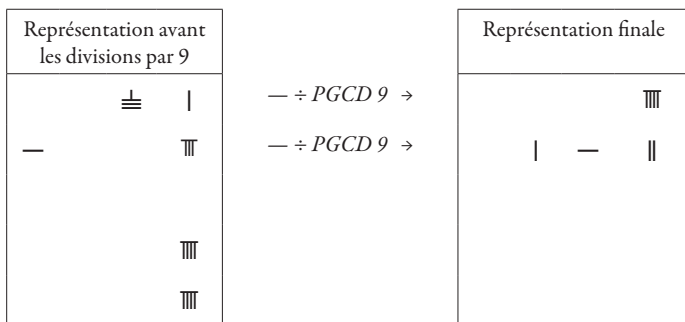
6. La conjecture est supportée par CHEMLA & GUO (2004, 762, note 28) qui expliquent ainsi un élément du texte de la procédure de simplification des fractions qui se trouve dans les *Neuf Chapitres*.



On soustrait maintenant 9 de 36, après trois soustractions on obtient 9, qui est justement la valeur du nombre que l'on soustrait ; on sait alors que le PGCD est 9 et interrompt les soustractions. Notons que c'est nous qui parlons en termes de « PGCD », pas le texte. La configuration sur la surface de calcul est désormais :



On peut maintenant revenir à la fraction initiale en copie. On divise son numérateur 81 et son dénominateur 1 008 par leur PGCD 9 et on obtient finalement la fraction irréductible 9/112 :



Trouver le PGCD 9 nécessite deux divisions par 2, une copie, douze soustractions par 81, deux soustractions par 36, trois soustractions par 9. Ensuite on doit encore calculer les quotients $81 \div 9 = 9$ et $1\ 008 \div 9 = 112$. Toutes les opérations sont réalisées sur la surface de travail à l'aide d'une représentation dynamique simultanée de plusieurs lignes de données numériques et sans trace écrite.

3-2. LES ÉCHANGES FINANCIERS

3-2-1. LES PIÈCES DE MONNAIE

Sous les Han, l'économie était monétarisée, du moins partiellement, et au moins depuis les Royaumes combattants : les prix étaient exprimés en numéraires, la moitié des salaires était versée en monnaie⁷.

Le terme *qián* 錢 désigne le plus souvent une unité monétaire qui est affectée à des prix ou quelques fois des montants de taxes (taxes douanières sur des peaux dans les sections 4-13 et 4-13) ; dans ce cas, nous ne traduisons pas et translittérons avec *qián*.

Ce mot désigne à l'origine une pièce de monnaie en bronze (parfois appelée *sapèque* en français) ; et il est nécessaire de traduire certaines occurrences de *qián* par « pièce », par exemple dans la section 4-52. Ces pièces étaient rondes et percées d'un trou carré. Sur une face étaient inscrits les deux caractères *bàn liǎng* 半兩 qui signifient une masse de $1/2$ *liǎng*, c'est-à-dire 12 *zhū* puisque 1 *liǎng* faisait 24 *zhū*. C'est la masse qu'avaient ces pièces quand elles furent introduites au – III^e siècle sous les Qin.

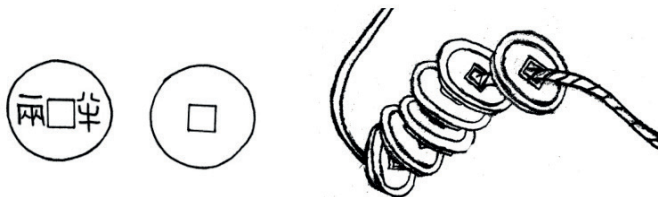


Figure 3-4. Pièces de monnaie *banliang*.

À gauche, une pièce de monnaie *banliang* recto et verso ; à droite, une ligature de *banliang*

Dessin original de François Huaiyu Chen

Les pièces rondes et trouées étaient déjà communes du temps des Royaumes combattants et ce modèle persista sous les Han occidentaux, avec une masse réduite (elle passa à 5 *zhū* au début du 1^{er} siècle lorsque Wang Mang était

7. BARBIERI-LOW (2008, 18).

au pouvoir), cependant son nom *banliang* parfois rendu en français avec le terme *sapèque* demeura inchangé. La forme ronde percée d'un trou carré permettant de relier les pièces facilitait leur transport et leur rangement. Elle se perpétua jusqu'au début du XX^e siècle pour plusieurs pièces de monnaie chinoises.

3-2-2. LES PRIX

Le *Livre sur les calculs* mentionne les prix de l'or, de la soie, de la laque, du sel et des plumes :

- 1) l'or vaut 315 *qián* pour 1 *liǎng* (section 4-24), soit à titre de comparaison environ 20 200 *qián* pour un lingot de un kilogramme (une dénomination qui n'existait assurément pas à l'époque). Et comme il y a 24 *zhū* dans 1 *liǎng*, avec des pièces de bronze titrées à 12 *zhū*, cela revient à un rapport de 157,5 g de bronze pour 1 g d'or ; c'est dire la valeur élevée du bronze à l'époque en comparaison du rapport de l'ordre de 10 000 pour 1 de nos jours ;
- 2) la soie vaut 23 *qián* pour 220 *cùn*² (section 4-17), soit environ 20 *qián* par mètre carré, ou encore environ 1 g d'or le mètre carré ;
- 3) la laque vaut 35 *qián* pour 1 *dǒu* (section 4-23), soit 17,5 *qián* pour 1 l ;
- 4) le sel vaut 103 *qián* 92/436 par *shí* [volumique] (section 4-31), soit environ 5 *qián* pour 1 l ;
- 5) deux plumes valent 5 *qián*, nous dirions plutôt 2,5 *qián* la plume, d'après la section 4-22 qui concerne l'empennage des flèches. À titre de comparaison, le corpus 8-1549 de Liye⁸ donnait quelques décennies plus tôt le prix de 17 *qián* pour 9 plumes (soit environ 1,89 *qián* la plume).

Par ailleurs, la section 4-53 donne des prix pour du millet en panicules, décortiqué et poli. Étrangement, le prix du millet en panicules et celui du millet poli est le même, il s'élève à 1 *qián* et 1/2 *qián* par *dǒu* mais, il faut le préciser, cela intervient dans deux parties différentes de la section. Pour le millet décortiqué, c'est d'abord 2/3 de *qián* par *dǒu* dans la première partie, puis 1 *qián* et 2/3 de *qián* par *dǒu* dans la deuxième partie. Ce dernier prix pour le millet décortiqué équivaut aux 9/10 du prix du millet poli ce qui correspond au taux volumique de valeur d'échange, mais les rapports entre les autres prix ne coïncident avec aucune valeur d'échange. Les prix marchands des denrées agricoles devaient subir des variations saisonnières, peut-être étaient-ils partiellement déconnectés des valeurs d'échanges fixées par l'État.

8. Voir LIYE (2012, 355).

3-2-3. LES EMPRUNTS FINANCIERS

La section 4-25 présente une situation d'emprunt avec un taux d'intérêt de 3 % sur 30 jours.

La problématique est de déterminer ce que l'on doit au prorata du temps effectif de l'emprunt si on rembourse de façon anticipée au bout de 16 jours.

3-3. LES MATÉRIAUX, L'ARTISANAT ET L'ORGANISATION

3-3-1. LES MÉTAUX : OR ET BRONZE

La métallurgie était un milieu essentiellement masculin. On le sait car on peut identifier le genre des travailleurs grâce à leurs noms qui se retrouvent sur des registres administratifs⁹ ou directement inscrits sur des artefacts puisque, comme l'explique Anthony J. Barbieri-Low (2008, 75, 115), les artisans Qin et Han signaient et dataient leurs productions pour en assumer la responsabilité.

Le mot *jīn* 金 désigne l'or ou un alliage contenant de l'or. Des objets « en or » datés de *ca.* -1200 à -650 ont été excavés en 2001 sur le site de Jinsha¹⁰ à Chengdu. Leur analyse montre qu'ils sont constitués d'un alliage qui titre de 83,3 % à 94,2 % d'or et contient aussi de l'argent et des traces de cuivre¹¹. Le pourcentage 94,2 % d'or correspond à la pièce la plus célèbre du site : le *Tàiyáng Shénniǎo* 太陽神鳥, une représentation de quatre oiseaux qui encerclent le soleil, autrement connu sous son numéro de catalogue 2001CQJC:477.

Mais nous ne connaissons pas la composition de l'alliage que mentionnent les sections 4-10 et 4-17 du *Livre sur les calculs*. Cette dernière section donne le « prix de l'or » qui s'élève à 315 *qián* [une unité monétaire] par *liǎng* [une unité de masse].

Le terme *tóng* 銅 désigne le bronze qui est un alliage de cuivre. On le trouve dans la section 4-19, un passage qui évoque une perte de masse de 7 *jīn* et 8 *liǎng* quand on fond 1 *shí* [massique] de cet alliage, c'est-à-dire une diminution de 6,25 %. On peut conjecturer que cette perte est due au décreusage d'impuretés

9. Par exemple, LIYE (2016, 213-228).

10. Le site de Jinsha 金沙 appartient à la même culture que celui de Sanxingdui 三星堆 près de Chengdu, qui fut excavé en 1986, et où l'on a aussi découvert des objets en or.

11. XIAO *et al.* (2004) pour ces résultats d'analyses.

flottant à la surface du bain de métal en fusion, ou à l'incorporation d'une partie du métal à la surface du récipient pendant le chauffage ou lors de la coulée.

Le bronze était utilisé pour fondre les pièces de monnaie *banliang*¹² présentées dans la section 3-2-1, et aussi pour confectionner une multitude d'objets manufacturés. Il y a des armes, des récipients utilitaires ou rituels¹³, et bien d'autres. Anthony J. Barbieri-Low (2008, 10-16, 100) décrit par exemple les étapes de la fabrication des lampes dites « *chángxìn* 長信 » en démarrant avec l'extraction et le transport du minerai, la fonte du bronze, jusqu'à la dorure réalisée avec des feuilles d'or et du mercure liquide.

3-3-2. UNE PRÉPARATION À BASE DE GRAS

La section 4-33 donne les proportions d'une préparation à base de ce qui pourrait être de la graisse de porc. La préparation est appelée *rú* 挈 ou *rú zhī* 挈脂. Elle est composée en masse de 5/9 de gras, 3/9 d'eau et 1/9 de grain décortiqué. La densité du grain que mentionne le texte n'est pas une donnée suffisante pour l'identifier.

Le texte alterne trois termes pour désigner le gras utilisé : d'abord *zhī* 脂 qui est un terme générique pour le gras, puis on a *tǔ* 土 ou *tǔ zhī* 土脂, et *mù* 脂 ou *mù zhī* 脂. Les deux caractères *tǔ* 土 et *mù* 脂 renvoient peut-être à des types de gras que l'on trouve sur des morceaux différents du porc : par exemple la panne autour des reins, la bardière de l'échine et du dos, le lard de la poitrine et de la panse. Peut-être que l'un des termes désigne du saindoux extrait par chauffage de la panne ou du lard. Personne n'est certain de leur signification parce qu'ils n'ont pas été rencontrés hors du *Livre sur les calculs*.

Le texte ne dit rien de l'usage réservé à cette préparation. Servait-elle au pannage des pièces de viande avant séchage ou fumage ? Ou à l'étanchéification d'un récipient contenant de la laque ? Ou était-ce un cosmétique ? Voire un cirage ?

12. BARBIERI-LOW (2008, 263, note 22) avance le chiffre de 600 000 pièces *banliang* de 5 *zhū* produites quotidiennement à la capitale Chang'an au début du 1^{er} siècle (près de deux cents ans après la composition de notre corpus), soit une masse de près de 1,95 t par jour, un chiffre qu'il estime très conservateur.

13. On peut consulter FALKENHAUSEN (2006, 29-52, 100-111) qui explique la place des bronzes dans les rituels des Zhou occidentaux.

3-3-3. LES PEAUX ET LES FOURRURES

Les peaux de renard, chat sauvage et chien sont mentionnées dans les sections 4-12 et 4-13.

La section 4-12 indique que les peaux de chien, de chat sauvage et de renard seraient respectivement taxées en douane dans un rapport 1 : 2 : 4. Mais la section 4-13 suppose quant à elle que les trois peaux sont soumises à la même taxe. Le texte ne dit rien sur cette différence de taxations. Il est aussi possible que les valeurs de la section 4-12 ne soient qu'un prétexte pour montrer comment travailler avec les termes consécutifs 1, 2 et 4 d'une suite géométrique.

Tout au moins pouvons-nous nous faire une idée de la valeur relative des peaux du point de vue de l'administration fiscale, la plus chère étant celle du renard et la meilleure marché celle du chien.

3-3-4. LES PLUMES ET LES FLÈCHES EMPENNÉES

La section 4-50 évoque la production de flèches empennées. Un artisan produit 30 tiges de flèche en une journée de travail. L'empennage est une opération distincte ; une personne seule peut empennier 20 flèches par jour.

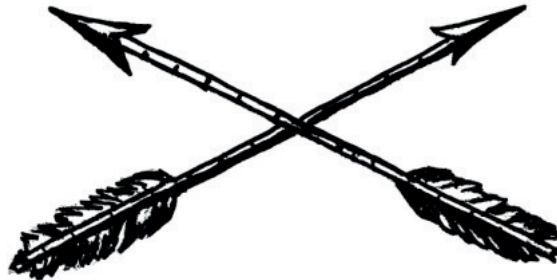


Figure 3-5. Flèches empennées.
Dessin original de François Huaiyu Chen

La section 4-50 établit que si une même personne veut achever la production de tiges de flèche et leur empennage dans une même journée, alors elle produit 12 articles finis.

Par ailleurs, la section 4-22 nous apprend que 2 plumes valaient 5 *qián*.

Les textes Qin de Liye comportent des dizaines de mentions concernant le travail de collecte des plumes¹⁴, leur transport et leur négoce ; on voit notamment¹⁵ les noms des membres de trois équipes de collecte qui étaient composées respectivement d'un homme seul, de huit hommes et de six femmes.

14. Voir LIYE (2016, 213-228).

15. Dans le texte inscrit sur la lamelle de bois composée des fragments 9-2294a, 9-2350a et 8-145a ; voir LIYE (2016, 50, 124, 192-194).

3-3-5. LA FILIÈRE DU BAMBOU

Le bambou est un végétal dont la tige est divisée en une succession de sections creuses cloisonnées par des nœuds. L'écorce de cette tige est dure, lisse et brillante. Les pousses de bambou sont issues directement des rhizomes enterrés, c'est la partie comestible de la plante pour les humains ; les pandas mangeant quant à eux les feuilles qui poussent au niveau des nœuds et la partie haute des jeunes tiges.

Aujourd'hui dans le centre de la Chine sont cultivées plusieurs espèces du genre *Phyllostachys*. Par exemple le *máozhú* 毛竹 et le *nánzhú* 楠竹 qui peuvent atteindre 30 m de haut pour un diamètre de 20 cm. On les coupe pour obtenir des tiges qui servent à la fabrication d'échafaudages, de meubles, de lattes, etc.



Figure 3-6. Bambous.

Dessin original de François Huaiyu Chen

La section 4-49 évoque des objets appelés *lútáng* et que Peng Hao (2001, 94, note 1) considère être des tubes de bambou tels que ceux trouvés dans la tombe n° 1 du site archéologique de Mawangdui à Changsha et dans la tombe n° 168 de Fenghuangshan à Jiangling. Le texte de la section nous informe qu'un artisan peut confectionner en une journée de travail 15 tubes à partir de 5 tiges de bambou. On apprend aussi qu'une personne peut découper 60 tiges de bambou en un jour.

La section 4-28 énonce une norme relative à la fabrication de lamelles de bambou. Celles-là mêmes sur lesquelles on écrivait à l'encre, puis que l'on reliait avec des ficelles pour former des livres comme le *Livre sur les calculs* qui, Peng Hao (2001, 2) l'explique, était écrit sur 190 lamelles qui mesuraient 29 à 30 cm de long et 6 à 7 mm de large.

Aujourd'hui à Jingzhou on trouve des artisans qui fabriquent des répliques de ces livres anciens pour les musées, les amateurs privés ou les touristes. Ils utilisent des sections de tiges de bambou d'environ 10 cm de diamètre, qu'ils font bouillir, puis sécher sur une plaque chauffée à haute température. Ensuite ils découpent les lamelles sur la surface extérieure, et éliminent finalement les tissus mous qui adhèrent encore sur le côté intérieur de l'écorce. Les lamelles présentent alors un côté lisse et brillant et un côté mat et de couleur plus claire. Les textes anciens reliés étaient souvent écrits sur ce côté clair, le ruban de lamelles était enroulé avec le texte tourné vers l'intérieur et en laissant le côté brillant à l'extérieur. Les artisans d'aujourd'hui respectent cette pratique quand la reproduction est destinée à un musée, mais ils écrivent sur le côté brillant quand il est question de confectionner des objets décoratifs.

Sur une section de bambou d'environ 10 cm de diamètre on découpe aujourd'hui environ 20 lamelles de 6 à 7 mm de largeur. Ce chiffre de production est cohérent avec ce que l'on déduit du texte de la section 4-28, qui suggère que l'on découpait environ 45 lamelles de cette même largeur de 6 à 7 mm sur la surface extérieure d'une section d'environ 18 cm de diamètre. Aujourd'hui les artisans de Jingzhou s'approvisionnent en revanche en tiges de seulement 10 cm de diamètre car elles se trouvent chez tous les fournisseurs et répondent à leurs attentes.

La norme énoncée dans la section 4-28 est de nature administrative et fait abstraction de certains aspects concrets de la découpe. Le texte montre comment appliquer cette norme quand on fait varier soit la longueur des lamelles à produire soit le diamètre de la tige de bambou, seules ces deux variables sont envisagées, pas la longueur de la tige.

Il est possible que cette norme établisse une valeur d'échange entre les tiges et les lamelles, norme qui se serait appliquée à tous les acteurs impliqués dans la production des lamelles de bambou, notamment les travailleurs chargés de la découpe. Les chiffres de la norme devaient aussi servir dans le cadre du contrôle de la production sous les Han. À ce sujet, on ne saurait trop recommander la lecture de Barbieri-Low (2008, 75-76, 97-98) qui décrit le système de contrôle des ateliers d'État avec des sanctions graduées en cas de manquements.

3-3-6. LA LAQUE

D'un point de vue agronomique, la laque *qī* 漆 est un liquide blanc, épais et collant extrait d'un arbre, le laquier (*Toxicodendron vernicifluum* [Stokes] F.A. Barkley), sur le tronc duquel on fait une incision pour laisser couler un mélange de latex et de sève. La sève véhicule l'eau dans les plantes, le latex est plus visqueux et il est impliqué dans les mécanismes de défense de l'organisme végétal.

D'un point de vue physico-chimique, la laque est un composant organique miscible à l'eau sous la forme d'une émulsion : des microgouttes de laque se mélangent à l'eau quand on remue l'ensemble, mais les phases organique et aqueuse se séparent si on laisse décanter. Il existe une concentration critique (environ 75 % d'eau) au-delà de laquelle les deux phases ne se mélangent plus, c'est la proportion de saturation.

Si on laisse sécher l'émulsion de laque, elle commence à durcir et à noircir et, si on lui ajoute de l'eau, elle retrouve sa fluidité, mais pas sa couleur originelle. Pour étanchéifier un récipient contenant de la laque, on dispose en surface une couche de matière grasse.

On décore et on imperméabilise des surfaces de bois en leur appliquant plusieurs couches de laque encore liquide, puis en opérant un séchage lent de quelques jours¹⁶.

La section 4-23 du *Livre sur les calculs* indique que « la laque vaut 35 *qián* le *dǒu* ».

La section 4-26 repose sur un procédé d'hydratation de la laque¹⁷ qui consiste à ajouter de l'eau jusqu'au point de saturation pour déterminer les parts relatives de laque et d'eau d'une laque qui vient d'être livrée. La norme légale de saturation est 3 *dǒu* d'eau 1 *dǒu* de laque. On trouve aussi une mention de cette pratique dans le texte de lois *Vérifications*¹⁸ [*Xiào 效*] excavé en 1975 à Shuihudi¹⁹ et qui implique que l'on devait transporter la laque avec une contenance d'eau juste suffisante pour l'empêcher de durcir. Arrivée à destination, la laque était soumise à un test qui consistait à lui ajouter trois fois son volume d'eau.

16. On peut lire BARBIERI-LOW (2008, 78-83) qui explique la division du travail et la chaîne de production dans les ateliers qui fabriquaient en masse des objets laqués. Le travail d'application de la laque était essentiellement féminin d'après BARBIERI-LOW (2008, 110-115).

17. Le texte dit *yǐn qī* 飲漆 (boire – laque).

18. Nous suivons HULSEWÉ (1985, 93), il traduit *Statutes on Checking* le titre *Xiàolù 效律* d'une section des *Dix-huit Lois des Qin* qui reprend une partie du texte de *Xiào 效* ; cette traduction se focalise sur les tests que décrit le texte. BARBIERI-LOW & YATES (2015, 823) conservent ce choix pour la section *Xiàolù 效律* des *Lois et décrets de la deuxième année*. On pourrait opter pour *Répression des fraudes* qui mettrait l'accent sur la finalité des tests.

19. Appelée ici *yǐn shuǐ* 飲水 (boire – eau) ; voir SHUIHUDI (1978, 122).

L'absorption de ce volume d'eau montrait que l'on avait bien reçu de la laque insaturée en eau. Si au contraire il restait une grande quantité d'eau en surface, alors cela prouvait une fraude qui était punie.

3-3-7. LA SOIE

La soie est un textile dont la fibre provient des cocons fabriqués par les chenilles du bombyx du mûrier qui s'y enferment avant de passer à l'état de chrysalide.

Les collections que l'on peut admirer dans les musées révèlent la richesse et la variété des soieries sous les Han comme aux époques antérieures ; un sujet que le *Livre sur les calculs* ne fait qu'effleurer.

Au début du – II^e siècle, la sériciculture connaissait en Chine déjà au moins mille ans d'histoire documentée²⁰. On savait élever les « vers à soie » en les nourrissant de feuilles de mûrier, étouffer les cocons à chaud afin de tuer la chrysalide avant l'éclosion du papillon, dévider et filer ces cocons dans de l'eau chaude qui ramollit sans la dissoudre la séricine (ou grès) collant au fil du cocon, on obtenait ainsi la soie *grège*. Plusieurs fils de soie grège peuvent être assemblés sur leur longueur par torsion, on obtient ainsi la soie *écru* (ou *crue*) qui doit finalement être bouillie pour éliminer la séricine et faire la soie *décreusée* (ou *décrusée*) qui pourra être teinte ; le décreusage peut s'effectuer sur le fil écriu ou sur une pièce de soie tissée avec du fil écriu, il occasionne l'élimination d'environ 1/4 de la masse de la soie écriue²¹.

La section 4-32 stipule que la soie décreusée, qui se dit *liàn* 練, ne fait plus que les 3/4 de la soie écriue *sī* 絲 (ou *luòsī* 絡絲) ; cela correspond bien à la perte de 1/4 de la masse lors du décreusage.

La section 4-24 mentionne un coupon de soie qui fait 22 *cùn* (soit environ 51 cm) de large. Cela correspond à une standardisation propre à la dynastie Han : elle est énoncée dans la *Loi sur les péages et les marchés* [*Guān shì lǜ* 關市律] des *Lois et décrets de la deuxième année* excavés avec le *Livre sur les calculs*, alors que la *Loi sur la finance* [*Jīnbù lǜ* 金步律]²² excavée à Shuihudi nous apprend que cette norme n'était pas celle de la dynastie Qin²³. On peut conjecturer que cette standardisation de la largeur du coupon de soie était corrélée à une standardisation de la largeur du métier à tisser.

20. BARBER (1991, 31).

21. Pour les étapes de la production de la soie et le lexique associé, nous nous reposons sur MAILLOT & LAMBERT (1906, 262-269, 281-282, 284) et ZHAO Feng *et al.* (2012, 38-43).

22. Le terme *jīnbù* 金步 se rapporte à la monnaie et la finance, voir par exemple BARBIERI-LOW & YATES (2015, vol. 2, section 3-25).

23. Explications de PENG Hao (2001, 67, note 1).

Par ailleurs la section 4-24 mentionne un ruban de soie « zongli » (zòngli 縱利) de 3 cùn de large et de 60 cùn de long.

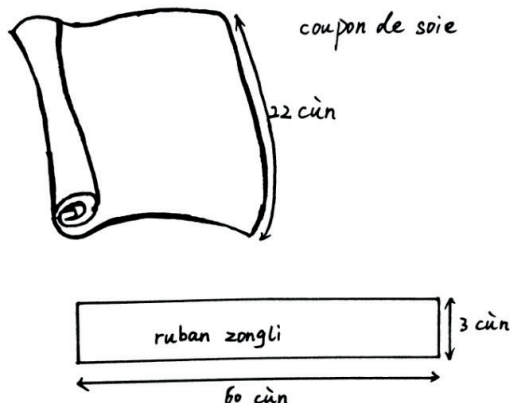


Figure 3-7. Coupon de soie standard et ruban zongli.
Dessin original de François Huaiyu Chen

Le texte de la section 4-24 indique qu'une coupe de 1 *chǐ* (soit 10 cùn) coûtait 23 *qián*, cette coupe faisant 220 cùn² cela revient environ à 20 *qián* le m² de soie.

3-3-8. LE CHANVRE

Le chanvre cultivé (*Cannabis sativa* L.) survient dans le texte avec le mot *xǐ* 枲 qui désigne la plante mâle (*xǐmá* 枲麻 en chinois moderne), sa fleur produit du pollen mais pas de graine. Sa tige meurt peu de temps après la floraison, et on la récolte pour ses fibres dont on fait des cordes et de la toile. La plante femelle est *jūmá* 苧麻 (en chinois moderne), elle vit plus longtemps et produit des graines appelées *chênevis*. Le terme *má* 麻 intervient souvent, sans que l'on sache jamais s'il s'agit de chènevis ou de sésame ; nous reviendrons sur cette question dans la section 3-5.

Le terme *xǐ* 枲 n'apparaît que dans la section 4-37 qui mentionne, d'une part, une norme de taxation d'une botte de 1 *chǐ* de diamètre de chanvre frais par *bù*² et, d'autre part, la question du rétrécissement d'une botte de chanvre frais lors du séchage. Notre texte n'en dit pas plus et on pourra consulter Francesca Bray (1984, 532-539) à propos de la culture et la récolte des tiges de *Cannabis sativa* L. et Zhao Feng *et al.* (2012, 61-62) sur le tissage des toiles de chanvre.

3-3-9. LE TISSAGE DES FIBRES TEXTILES

Les sections 4-15 et 4-21 parlent du tissage, un travail essentiellement dévolu aux femmes.

La section 4-15 repose sur la production d'une femme qui chaque jour double la production de la veille pendant cinq jours d'affilée parvenant à une production totale de 5 *chi* soit environ 1,15 m, soit encore 23 cm par jour.

La section 4-21 parle de trois tisserandes dont la productivité respective est connue, ce qui permet de calculer ce qui revient à chacune dans le cadre d'une production totale connue. La plus rapide tisse 50 *chi* soit 11,5 m de tissu en une journée, ce qui est envisageable pour une toile sans décoration produite avec un métier à pédales²⁴. Or Éric Boudot et Christopher Buckley (2015, 35-36) estiment justement que les métiers à pédales étaient déjà présents au moins depuis l'époque des Royaumes combattants car, en extrapolant à partir des vestiges de métiers découverts dans le Jiangxi en 1978-1979 à Guixi 贵溪 et en 2007 à Jing'an 靖安²⁵, ils ont reconstruit un métier dont deux lattes sont contrôlées avec les pieds. La plus lente des trois tisserandes de la section 4-21 tisse environ 4 m par jour, ce qui est toujours bien plus que ce que l'on trouve dans la section 4-15. Les deux situations reposent donc sur des productions de tissus qui diffèrent par leur qualité (densité, décorations) et/ou qui sont réalisées avec des métiers à tisser différents.

3-3-10. LE TRANSPORT ET LA DIVISION DU TRAVAIL

On trouve dans le *Livre sur les calculs* des situations de voyage ou de transport, on y voit également des problématiques de productivité du travail artisanal.

La section 4-51 détermine le jour de départ d'un voyage connaissant le jour d'arrivée et le nombre de jours nécessaires au voyage. La résolution repose sur le maniement des 60 termes du cycle hexadécimal traditionnel qui étaient à l'époque utilisés pour dénoter les jours.

La section 4-20 évoque des chevaux nourris aux postes de relais avec du fourrage comportant 3 parts de paille (*chú* 芻) pour 2 parts de foin (*gǎo* 稿).

La section 4-48 expose un problème de logistique concernant la collecte de charbon de bois sur le lieu de production et son transport en charrette jusqu'à un poste de garnison. Une journée de collecte permet de ramasser un

24. Explications d'Éric Boudot (communication personnelle en mai 2017) ; on peut consulter BOUDOT & BUCKLEY (2015, 28-45, 400-426) pour une histoire des métiers à tisser en Chine, notamment les métiers à pédales, et une présentation de leur diversité à une époque donnée. On pourra également consulter BUCKLEY & BOUDOT (2017) en accès libre.

25. Sur ces deux sites et leur datation voir GUIXI (1980, 1981) et JING'AN (1980) ; sur ceux des artefacts qui sont en rapport avec le tissage voir aussi ZHAO Feng *et al.* (2012, 14-16, 69).

volume de 7 *dǒu* de charbon de bois. Une journée consacrée au transport en charrette permet de livrer 10 *dǒu* de charbon de bois et de revenir à vide au lieu de production. Ainsi 70 *dǒu* de charbon de bois récolté en 10 jours nécessitent 7 jours de transport.

La section 4-49 aborde la fabrication de tubes de bambou avec l'abattage des tiges de bambou et la confection des tubes à partir des tiges abattues. Le texte énonce ce que l'on peut effectuer en une journée : soit on abat 60 troncs de bambou, soit on fabrique 15 tubes de bambou. Le texte précise de plus qu'il faut 5 tiges de bambou pour fabriquer 15 tubes. La problématique posée concerne la production que peut assurer en une journée effective de travail une unique personne affectée à la fois à l'abattage des tiges et à la confection des tubes.

La section 4-50 montre une situation d'empennage de flèches. La fabrication distingue deux étapes : la confection des flèches elles-mêmes (30 en 1 jour) et leur empennage (20 en 1 jour). Le texte montre qu'une personne seule peut achever la confection de 12 flèches empennées en une journée de travail. Cette section est citée par Anthony J. Barbieri-Low (2008, 74) comme une indication des préoccupations de l'administration en matière de division et d'optimisation du travail dans les ateliers.

3-3-11. LA GESTION FÉODALE DES TERRES AGRICOLES

86

Nous sommes loin de connaître toutes les subtilités du système féodal chinois d'allocation des terres agricoles aux cultivateurs. Tout au plus sommes-nous capables d'affirmer, grâce à des recherches au travers de textes excavés et transmis²⁶, que les terres appartenaient à l'État qui les distribuait et qui percevait une part de la récolte en impôts. Toutefois une zone de flou subsiste quant aux divers types d'allocations en vigueur.

Dans le *Livre sur les calculs* on trouve les termes *shuìtián* 稅田 et *yútián* 輿田 qui semblent désigner des catégorisations administratives des terres distribuées. Mais ni les textes mathématiques ni les textes administratifs et légaux ne nous informent des spécificités de chaque type de champ. Plusieurs hypothèses de travail ont été émises pour différentes époques²⁷. Elles évoquent toutes un système qui procure à chaque foyer un champ fortement taxé et à certains une parcelle imposée de façon plus légère, la superficie de cette parcelle dépendant de la force de travail effective du foyer. Hormis ce principe général qui restait inchangé, les désignations des différents types de terrain, les critères d'attribution, et la durée de validité des taux d'imposition ont varié au fil du temps.

26. On peut s'appuyer notamment sur XIAO Can (2010b, 35-37) et PENG Hao (2010) pour les textes mathématiques Qin-Han, et sur YU Zhenbo (2003) pour les textes administratifs de Zoumalou (postérieurs aux Han) qui concernent cette question.

27. On peut voir par exemple LIYE (2012, 346) pour un recensement des hypothèses de travail.

En revanche, l'expression *jiǎn tián* 減田 de la section 4-34 ne nous semble pas être pas l'appellation d'une catégorie administrative de champ²⁸, mais un des termes qui apparaît dans l'expression canonique d'un taux d'imposition, expression qui exclue l'emploi d'unité quotient comme expliqué dans la section 2-4-8. Les textes de plusieurs sections reposent ainsi sur la recherche de ce que nous convenons d'appeler la « parcelle unitaire » : c'est la superficie qui donnerait une unité du produit taxé, 1 *dǒu* de grain dans les sections 4-34, 4-35, 4-38 et 4-39, et 1 botte de chanvre dans la section 4-37. Il est possible que *jiǎn tián* 減田 désigne justement cette « parcelle unitaire ».

3-4. LES CÉRÉALES

Le *Livre sur les calculs* comporte des noms de céréales cultivées pour leurs graines : le millet gluant et le millet non gluant, le riz, et le blé ou l'orge. On trouve aussi des appellations pour divers états de conditionnement des graines.

Pour comprendre la terminologie concernant les céréales, mieux vaut avoir une idée de l'anatomie de l'épillet (la graine) et savoir la façon dont on doit le transformer pour qu'il devienne consommable.

Tout d'abord, les épis de blé, d'orge ou de riz diffèrent des panicules de millets ou d'avoine. Les épis rassemblent les épillets en une formation compacte alors que des panicules les portent attachés au bout de petites branches.

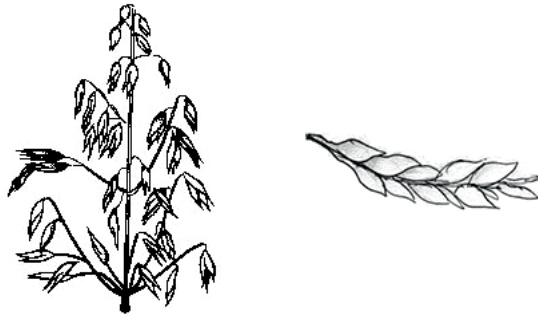


Figure 3-8. Épillets sur panicule et sur épi.

À gauche, épillets attachés sur une panicule ramifiée ; à droite, épillets serrés sur un épi

Dessin original de François Huaiyu Chen

Ensuite les graines des céréales sont enveloppées de pièces foliacées impropres à la consommation humaine : on distingue les glumes à l'extérieur, et les glumelles qui adhèrent plus ou moins au grain. Le degré d'adhérence

28. Sauf à envisager un système de distribution des terres qui anticiperait le prélèvement d'un nombre entier de *dǒu* de grain, une façon de « rationaliser » la collecte d'impôt.

des glumes et des glumelles est un point essentiel pour les agronomes qui distinguent les céréales à grain vêtu (ou à caryopse vêtu) dont les glumelles sont fortement adhérentes (le riz, le millet, la plupart des espèces d'orge et de blé), qu'ils opposent aux céréales dites « à grain nu » (ou à caryopse nu) comme certains blés. Les grains vêtus doivent être décortiqués pour être rendus propres à la consommation humaine.

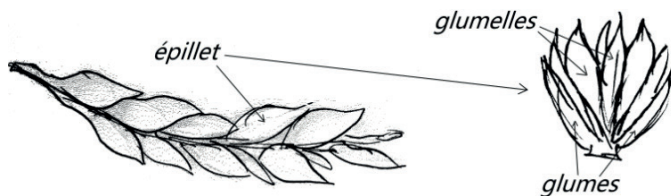


Figure 3-9. Épillet, glumes et glumelles.

Dessin original de François Huaiyu Chen

Les glumes du millet se détachent lors de l'égrenage par battage ou foulage et elles s'éliminent à l'aide du vent lors du vannage, mais retirer les glumelles nécessite un décortiquage par pilage : le grain est placé dans un mortier en bois ou en pierre, et il y est pilé²⁹ avec un pilon (un bâton long et épais généralement en bois).

Le riz et le blé vêtu exigent aussi un décortiquage, pour éliminer non seulement les glumelles qui adhèrent au grain, mais même les glumes qui ne se détachent pas au battage.

Les grains nus sont recouverts de son, une enveloppe qui est comestible mais que l'on peut souhaiter éliminer par polissage car elle se conserve moins longtemps que le grain qu'elle recouvre. On obtient alors un grain poli avec son germe, que l'on peut également choisir d'éliminer par un polissage encore plus poussé, pour des raisons de conservation ou de goût.

Dans le *Livre sur les calculs*, on trouve les termes *hé* 禾, *sù* 粟, *mǐ* 米 qui dénotent des étapes de conditionnement qu'un grain a subi :

- l'état brut d'une céréale récoltée se dit *hé*, employé dans le texte pour désigner du millet en panicules ou du riz en épis, ce dernier étant alors spécifié avec *dào* (riz) donnant l'expression *dào hé* 稻禾 ;
- le grain égrené par battage mais toujours vêtu est appelé *sù* qui désigne donc soit du millet égrené³⁰, soit du riz paddy. Le paddy est encore

29. En chinois : *chōng* 舂, un terme que l'on trouve dans les sections 4-18 et 4-36.

30. On peut consulter BRAY (1984, 434-448) sur la culture des diverses variétés de millet en Chine. Le terme *sù* 粟 désigne spécifiquement le millet de la variété *Setaria italica* (L.) P. Beauv.

couvert de ses glumes et glumelles, mais le millet égrené ne garde plus que ses glumelles car les glumes se sont détachées dès l'égrenage ;

- le grain nu débarrassé des glumelles, mais qui n'a pas été poli (il est donc toujours couvert du tégument qui produit le son) est appelé *mǐ*. Dans notre texte cela peut être du riz complet ou du millet décortiqué, ce dernier est aussi spécifiquement appelé *límǐ* 糲米 ;
- le grain nu peut être poli pour éliminer par abrasion tout ou partie du tégument (produisant une poudre appelée le son), voire le germe. Les textes du *Livre sur les calculs* distinguent deux degrés de polissage du millet. Il y a d'abord le millet poli qui se dit *bàimǐ* 粳米, *bàì* 粳 ou *zuòmǐ* 粳米³¹. Et il y a le millet affiné dit *huòmǐ* 穀米 qui est poli de manière plus fine. Pour le riz poli on trouve *cànmǐ* 粳米.

3-4-1. LE MILLET

Le millet est une céréale non panifiable, ce qui signifie que ses graines, et donc sa farine, ne contiennent pas assez de gluten pour en faire du pain à pâte levée. La composition de l'amidon varie selon les espèces, ce qui donne des millets plus ou moins collants après la cuisson, on parle de millets gluants et de millets non gluants³².

Les grains de millet, bien plus petits que ceux du blé ou du riz, sont portés sur des panicules (dessin *a* de la figure 3-10)³³ qui sont égrenées par foulage au pied ou par battage pour détacher les épillets des branches qui les portent. C'est lors de cette opération que se détachent les glumes (les deux bractées qui protègent le grain sur le dessin *b*). Le produit intermédiaire est ratissé à la main pour éliminer les branches des panicules, puis vanné pour faire s'envoler les glumes et les poussières. On a ainsi isolé les épillets toujours vêtus de leurs glumelles (dessin *c*) et de ce fait encore impropres à la consommation humaine.

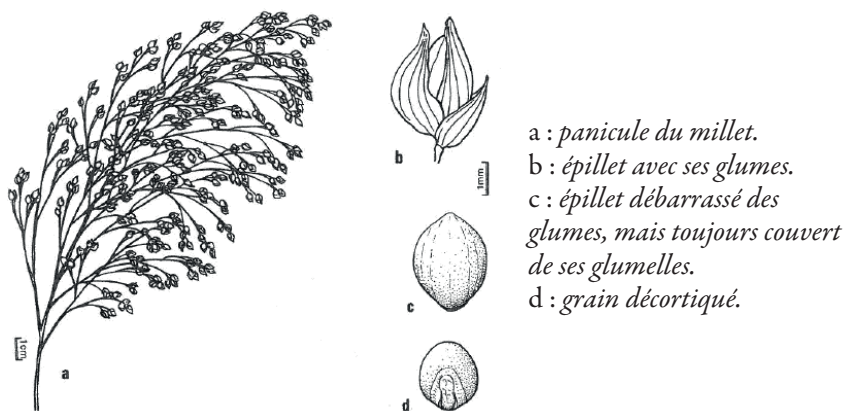
en chinois moderne. HUANG Hsing Tsung (2000, 23) explique que c'était déjà le cas dans certains textes Han. Mais dans notre corpus, *sù* est un terme désignant un état de conditionnement du grain qui concerne aussi bien le millet que le riz comme on le voit dans la section 4-36.

31. Dans la section 4-36, *zuòmǐ* 粳米 est utilisé, alors que c'est *bàimǐ* 粳米 ou *bàì* 粳 partout ailleurs, ils ont la même valeur d'échange : un volume fait 9/10 du volume de même valeur en millet décortiqué.

32. On voit parfois les expressions millet « glutineux » ou « non glutineux », mais c'est trompeur car la propriété ainsi qualifiée dépend de la teneur en amidon, pas en gluten.

33. Pour la description botanique du millet et des étapes de son conditionnement, nous nous reposons sur LUNSTRÖM-BAUDAIS *et al.* (2002) dont les recherches de terrain en Vendée et au Népal visent à faciliter l'interprétation des vestiges botaniques découverts lors de fouilles archéologiques.

Les épillets peuvent être torrifiés rapidement à moins de 100 °C, ce qui fragilise les glumelles qui adhèrent à l'amande sans brûler ni cuire cette dernière³⁴. On passe alors au broyage, une opération qui est désignée par le verbe *chōng* 舂 dans notre corpus où il apparaît à trois reprises, deux fois dans la section 4-18 et une fois dans la section 4-36. Le grain est placé dans un mortier en bois ou en pierre, il y est pilé avec un pilon généralement fait de bois évidé. Le broyage peut se faire avec ou sans vannage intermédiaire. Dans les sociétés traditionnelles, on broie la quantité souhaitée avant de la cuire ou de la moudre, et on ne conserve pas le grain nu.



a : panicule du millet.
b : épillet avec ses glumes.
c : épillet débarrassé des glumes, mais toujours couvert de ses glumelles.
d : grain décortiqué.

Figure 3-10. Panicule, épillet et grain de millet.
Illustration tirée de Lunström-Baudais *et al.* (2002).

Dans le *Livre sur les calculs*, on voit les désignations de deux espèces de millet : *hé* 禾 qui est le petit mil ou millet des oiseaux (*Setaria italica* [L.] P. Beauv.), et *shǔ* 黍 qui est le millet commun (*Panicum miliaceum* L.) dont l'amidon est différent, qui est plus gluant après cuisson, et peut servir à produire de l'alcool. Mais, on l'a vu plus haut et il faut s'en souvenir, *hé* 禾 désigne aussi l'état brut des céréales : d'abord le millet en panicules et aussi le riz en épis qui se dit *dào hé* 稻禾.

La section 4-36 stipule une équivalence de valeur d'échange entre une masse de 1 *shí* (environ 30 kg) de millet en panicules et un volume de 16 *dǒu* 2/3 (environ 33,3 l) de millet égrené.

34. LUNSTRÖM-BAUDAIS *et al.* (2002) expliquent que cette légère torrification réduit le temps de pilage et minimise les pertes par brisure des grains ; mais nous ne savons pas si les Chinois du temps des Han procédaient ainsi.

Le texte distingue quatre degrés de conditionnement du millet :

- le millet égrené (ou millet non décortiqué) *sù* 粟 qui est débarrassé de sa balle détachée lors de l'égrenage, mais qui n'est pas décortiqué, c'est-à-dire que le grain est toujours couvert de ses glumelles. Notons que le même terme *sù* sert aussi à désigner le riz égrené ;
- le millet décortiqué *lìmi* 糲米, ou simplement *mǐ* 米, qui a été débarrassé des glumelles par pilage. Le terme *mǐ* s'utilise aussi pour désigner le riz décortiqué ;
- le millet poli *zuòmǐ* 𪎭米, *bàimǐ* 粳米 ou *bài* 粳³⁵ ; le polissage du millet se fait en poursuivant le pilage au-delà du simple décorticage, sans utilisation de moulin ;
- le millet affiné *huǐmǐ* 𪎮米 ou *huì* 𪎮, qui est du millet poli à un degré supérieur. Ces termes *huǐmǐ* et *huì* s'appliquent aussi au riz poli.

3-4-2. LE RIZ

On connaît des espèces de riz gluants et de riz non gluants, une différence qui apparaît à la cuisson et qui est en relation avec la teneur en amidon de la graine. La farine de riz n'est pas panifiable car elle ne contient pas de gluten. Toutes les espèces de riz naturelles sont à grain vêtu.

Le grain de riz récolté, puis égrené par battage, est appelé « épillet » en botanique, et « riz en balle », « riz vêtu », « riz brut » ou « paddy » en agronomie. Il porte toujours ses glumes et glumelles et il est, tel quel, impropre à la consommation humaine. Sous les glumes et glumelles se trouve la partie comestible du riz : l'albumen (riz blanc) qui est enveloppé du tégument (enveloppe de son)³⁶.

Le mondage est la série d'opérations par lesquelles on obtient des grains entiers débarrassés de leurs enveloppes ; ils sont alors devenus comestibles.

35. Nous traduisons de la même manière par « millet poli » les termes *bàimǐ* et *zuòmǐ* car ce sont des variantes lexicales désignant un même conditionnement du grain. Les deux termes se trouvent en distribution complémentaire dans le *Livre sur les calculs* : *zuòmǐ* dans la section 4-36 ; *bàimǐ* et *bài* dans les sections 4-40, 4-42, 4-43 et 4-50. Ils possèdent la même valeur d'échange.

36. Cette description du grain de riz et la présentation qui suit des opérations de mondage s'appuient sur ABÉ Yoshio (2007, 43-89). Le terme « tégument » relève du champ de l'anatomie, alors qu'en agronomie on parle de « son », qui est la poudre produite en abrasant le tégument pour libérer l'albumen. L'albumen est aussi une notion d'anatomie alors que le produit le plus raffiné du mondage est appelé « riz poli » ou « riz blanchi ». On pourra aussi consulter BRAY (1984, 477-510) sur la culture du riz en Chine.

On procède d'abord au décortilage qui est l'élimination complète des glumes et glumelles qui donnent la balle³⁷. Restent alors les caryopses nus (le riz complet ou riz cargo) qui peuvent ensuite être soumis au polissage (on dit aussi blanchiment) par abrasion du tégument qui produit le résidu pulvérulent appelé le son. L'albumen est alors découvert et on parle de riz poli ou riz blanchi (cette dernière appellation n'est pas très heureuse lorsque l'on a affaire à des variétés de riz dont l'albumen n'est pas de couleur blanche). Si le polissage est très poussé, alors même le germe peut se voir éliminé.

Si on s'arrête à la première étape du mondage en se limitant au décortilage, on obtient alors du riz complet ou riz cargo³⁸ qui se conserve plus longtemps que le riz poli, mais dont la cuisson réclame trois fois plus de temps. C'est pourquoi on peut choisir de polir le riz complet, selon divers degrés d'élimination du tégument qui est souvent partiellement consommé ; la perte de poids va de 5 % à 10 %. Plus le polissage est avancé, plus le grain prend une belle apparence et cuit rapidement, mais plus on se prive des vitamines contenues dans le tégument et plus on augmente le risque de produire des brisures.

En bref, les opérations de décortilage et de polissage visent à éliminer la balle et tout ou partie du tégument, tout en cherchant à minimiser le taux des brisures et celui des grains demeurés non traités. Le décortilage et le polissage sont séparés par au moins un vannage destiné à se débarrasser de la balle. Parfois on change de pilon ou de mortier, ou des deux. Parfois même, le couple mortier-pilon n'est utilisé que pour le décortilage et on recourt à un moulin pour le polissage.

Dans les sociétés rizicoles traditionnelles, le polissage, voire parfois le décortilage, fait partie de l'activité culinaire et s'effectue juste avant la cuisson du riz. Dans l'agrotechnologie moderne, les deux étapes du mondage (décortilage et polissage) suivent la récolte et l'égrenage, elles sont associées à l'activité agricole.

La section 4-36 du *Livre sur les calculs* stipule une équivalence de valeur d'échange entre une masse de 1 *shí* (environ 30 kg) de riz en épis et un volume de 15 *dōu* (environ 30 l) de riz égrené mais non décortiqué (paddy).

37. La balle représente entre 40 % et 50 % du volume du paddy, et 20 % à 25 % de sa masse. En outre des pièces foliacées que sont les glumes et glumelles, la balle produite lors du décortilage peut contenir des déchets qui n'avaient pas été éliminés lors de l'égrenage.

38. Le riz complet est aussi appelé riz « cargo » parce que ce conditionnement est pratique pour le transport et le stockage avec un bon compromis entre le volume (approximativement la moitié de celui du riz en balle) et la capacité de conservation qui est plus longue que pour le riz poli. Pourtant certaines sociétés agricoles traditionnelles stockent le riz en gerbes avec les épis encore attachés aux chaumes ; cela se voit dans certaines régions de Chine et d'Asie du Sud-Est.

De plus on voit mentionné le riz en épis *dào hé* 稻禾, c'est l'état du riz avant le battage. Et on distingue trois degrés de conditionnement du riz :

- a) le paddy ou riz en balle *dàosù* 稻粟, ou simplement *sù* 粟, que l'on appelle l'épillet de riz en botanique. Le grain a été égrené (détaché des épis) par battage, il est toujours couvert des glumes et glumelles. Le terme *sù* est aussi utilisé pour désigner le millet égrené non encore décortiqué, alors que *dàosù* est spécifique au riz ;
- b) le riz complet *mǐ* 米³⁹ : il est décortiqué (déarrassé des glumes et glumelles, ce qui réduit son volume de moitié par rapport à la quantité de paddy qu'il a fallu pour le produire), mais il conserve la couche de son et le germe. Le même terme *mǐ* s'utilise aussi pour désigner le millet décortiqué ;
- c) le riz poli *cànmǐ* 粳米 qui a perdu par abrasion tout ou partie du son, voire son germe.

3-4-3. LE BLÉ

Le *Livre sur les calculs* mentionne le blé *mài* 麥. En fait ce mot est un générique pour le blé et l'orge qui étaient tous les deux communs sous les Han, époque à laquelle les termes spécifiques *xiǎomài* 小麥 pour le blé et *dàmài* 大麥 pour l'orge s'imposèrent progressivement⁴⁰. Nous ne disposons pas d'éléments permettant une identification précise du *mài* dont parle le *Livre sur les calculs*. Nous pouvons tout au moins estimer qu'il s'agit d'une espèce dont la balle s'élimine lors de l'égrenage par battage puisque le texte ne distingue pas toute une série de degrés de conditionnement, contrairement à ce que l'on trouve pour le millet et le riz.

Le seul dérivé cité est *zhi* 糲 que l'on comprend comme une farine complète (produite sans avoir retiré le son)⁴¹. Et c'est cette mention de la farine qui nous conduit à penser qu'ici *mài* désigne du blé. En effet la farine de blé est panifiable, elle peut produire des pâtes qui lèvent et semble par là même d'un intérêt supérieur à la farine d'orge qui n'est pas panifiable. D'ailleurs si l'on voulait une farine non panifiable, le millet suffirait à la confectionner, sa farine (dont ne parle pas notre texte) s'utilise encore aujourd'hui dans le nord de la Chine pour faire des fourrés cuits à la vapeur.

39. Notons que « *dàomǐ* 稻米 » ne se trouve nulle part dans le corpus.

40. D'après SABBAN (1990, 2000) et HUANG Hsing-Tsung (2000, 23). Mais LI Jin (2004) signale que l'ambiguïté demeure dans certains textes du III^e siècle excavés à Zoumalou. On peut par ailleurs consulter BRAY (1984, 459-477) sur la culture du blé et de l'orge en Chine.

41. D'après PENG Hao (2001, 81, note 5).

3-5. LE CHÈNEVIS OU SÉSAME, LE SOJA ET LES POIS ROUGES

Hormis les céréales, le *Livre sur les calculs* mentionne également d'autres graines : le chènevis ou sésame, le soja et les pois rouges. Mais prenons garde au fait que notre distinction moderne entre céréales (millet, blé et riz) et légumineuses (soja, pois rouge et graines *má*) n'avait pas forcément cours à l'époque des Han.

La graine *má* 麻 était considérée comme une denrée de base pendant la Haute Antiquité et jusqu'à la fin du v^e siècle où d'autres aliments lui ont été préférés ; pourtant nous ne sommes souvent pas en mesure de savoir si *má* dans un texte donné réfère aux chènevis (la graine du chanvre femelle) ou aux graines de sésame⁴².

Du chènevis a été découvert dans les tombes Han du site archéologique de Mawangdui, ce qui nous a conduit à opter pour cette traduction de *má*. Les variétés de chanvre cultivées étaient *a priori* pauvres en tétrahydrocannabinol (l'élément psychotrope du cannabis), et les graines pouvaient être consommées sans risque⁴³. Mais des graines de sésame ont aussi été trouvées à Hemudu et à Shuitianfan dans le Zhejiang sur des sites préhistoriques antérieurs d'au moins deux millénaires, montrant que les deux plantes étaient connues. Faute d'indices supplémentaires, il est souvent impossible de savoir si un texte chinois ancien parle de chènevis ou de graines de sésame ; nous sommes dans cette situation avec le *Livre sur les calculs* et devons reconnaître que notre traduction « chènevis » est conjecturale.

Le texte mentionne par ailleurs le soja *shū* 菽 (*Glycine max* L. [Merr.]), une légumineuse cultivée pour ses graines. On voit également les pois rouges *dá* 荳, on dit aussi *haricot riz*, qui sont les graines d'une autre légumineuse commune en Asie, la *Vigna umbellata* Thunb. Les deux constituent d'importantes sources de protéines⁴⁴.

Les graines de soja, les graines *má* et les pois rouges se voient, avec le blé, dans la section 4-36 qui stipule pour chacun de ces produits l'équivalence de valeur

42. Notre discussion sur les graines *má* 麻 se fonde sur BRAY (1984, 518-526) et HUANG Hsing-Tsung (2000, 18, 22-23, 25, 28-31). En chinois moderne, *má* est un terme générique pour le chanvre (*Cannabis sativa* L. de la famille des cannabacées), le sésame (*Sesamum indicum* L., de la famille des pédaliacées), et aussi pour le lin (*Linum usitatissimum* L., de la famille des linacées). L'usage indéfini de *má* est ancien pour le chènevis et le sésame, plus récent pour le lin.

43. *A priori* consommées après cuisson et non utilisées pour en extraire l'huile ; HUANG Hsing-Tsung (2000, 29) relevant que l'on ne trouve pas en Chine de mention d'extraction d'huiles végétales par pressage des graines avant le II^e siècle.

44. On pourra notamment lire BRAY (1984, 510-516) sur la culture de ces deux légumineuses et leur consommation.

entre une masse de 1 *shí* (≈ 30 kg) et un volume de 15 *dǒu* (≈ 30 l). On retrouve les mêmes quatre produits dans la section 4-42 qui donnent des équivalences de valeur en volumes des produits bruts ou conditionnés. Finalement les pois rouges sont encore présents dans la section 4-16 où il est question du prélèvement d'une taxe dans laquelle sont aussi impliqués le millet commun et le blé.

3-6. LES VALEURS D'ÉCHANGES DES GRAINS

Dans la société Han, le versement de la moitié des rémunérations et celui d'une partie des impôts⁴⁵ se faisaient en nature avec des produits agricoles, c'est-à-dire que l'économie pourtant largement monétarisée connaissait encore le troc, notamment au niveau étatique. On comprend alors que la question des valeurs d'échanges des produits agricoles était omniprésente dans les textes mathématiques et administratifs chinois excavés ou transmis. Les taux d'échange étaient fixés par l'État, ils étaient corrélés aux pertes en volume occasionnées par les divers conditionnements qui allaient du battage au polissage. Ils étaient en revanche, au moins partiellement, indépendants des prix sur le marché comme nous l'avons constaté dans la section 3-2-2.

La section 4-36 stipule la norme de correspondance entre une masse de 1 *shí* de certaines récoltes et un volume du produit égrené :

Masse récoltée de 1 <i>shí</i> (environ 30 kg)	Millet	Riz	Blé	Soja	Pois rouges	Chênevis
Volume égrené (1 <i>dǒu</i> \approx 2 l)	16 <i>dǒu</i> 2/3	20 <i>dǒu</i>	15 <i>dǒu</i>	15 <i>dǒu</i>	15 <i>dǒu</i>	15 <i>dǒu</i>

Figure 3-11. Valeurs d'échanges d'une masse de 1 *shí* en volumes de grains égrenés.

Par ailleurs, la section 4-35 stipule que : « Il y a moins en grain sec qu'en grain frais », c'est un fait agronomique élémentaire, ce qui est intéressant est qu'il est exprimé en termes de « déperdition sur la taxe » (*bào zū* 耗租).

La section 4-35 précise que 1 *dǒu* de produit frais devient 7 *shēng* et 1/3 de *shēng* après séchage, alors que la section 4-34 indique que 1 *dǒu* de produit frais donne 8 *shēng* après séchage, mais le ou les produits en question ne sont pas spécifiés.

45. BARBIERI-LOW (2008, 18).

Les sections 4-36 et 4-40 à 4-45 renseignent les rapports volumiques des valeurs d'échanges entre diverses denrées :

<i>Millet égrené / millet décortiqué = 5 / 3</i> <i>Millet décortiqué / millet poli = 10 / 9</i> <i>Millet poli / millet affiné = 9 / 8</i>	<i>Millet en panicules / paddy = 5 / 4</i> <i>Paddy / riz complet = 2 / 1</i> <i>Riz complet / riz poli = 3 / 2</i>
<i>Blé / millet égrené = 9 / 10</i> <i>Blé / millet décortiqué = 3 / 2</i> <i>Blé / millet poli = 15 / 9</i> <i>Blé / millet affiné = 15 / 8</i> <i>Blé / farine de blé complète = 10 / 3</i> <i>Blé / paddy = 3 / 4</i>	<i>Chênevis / millet décortiqué = 3 / 2</i> <i>Soja / millet décortiqué = 3 / 2</i> <i>Pois rouges / millet décortiqué = 3 / 2</i>
	<i>Chênevis / millet égrené = 9 / 10</i> <i>Soja / millet égrené = 9 / 10</i> <i>Pois rouges / millet égrené = 9 / 10</i>

Figure 3-12. Valeurs d'échanges des produits agricoles.

La section 4-41 mentionne un dégrèvement lorsque du millet égrené est versé pour couvrir un octroi initialement titré en millet décortiqué. Ce dégrèvement, combiné avec les valeurs d'échanges précédentes, est peut-être destiné à compenser les brisures de grains occasionnées par le décorticage voire le coût du travail à fournir pour ce conditionnement. C'est Xiong Qu (2011) qui nous conduit à émettre cette conjecture, l'article fait le point des recherches sur ceux des textes de Zoumalou (III^e siècle) qui mentionnent de tels taux de compensation et à la charge de qui ils incombait.

TRADUCTION COMMENTÉE DU MANUSCRIT

/6 verso/ ■ 算 數 書
suàn shù shū
calculer nombre livre

Livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets

On voit sur la figure 4-1 les trois caractères du verso de la lamelle n° 6. Ils sont précédés d'un rectangle noir qui signale qu'il s'agit du titre du livre. C'était le seul élément textuel visible de ce côté du rouleau quand celui-ci était enroulé sur lui-même avec le texte tourné vers l'intérieur.

Ce titre est présenté dans les quatre lignes ci-dessus avec d'abord les trois caractères modernes alignés de gauche à droite, alors que l'original disposait les caractères verticalement de haut en bas. Sur la deuxième ligne vient la transcription *pinyin suàn shù shū* qui indique la prononciation des caractères en mandarin moderne, il n'entre pas dans notre intention de proposer une reconstruction de la prononciation originale¹. Puis on a une ligne de gloses linguistiques qui consiste en un mot à mot des termes lexicaux et une analyse des termes grammaticaux. Finalement la traduction française est donnée sur la dernière ligne. On respecte ainsi la codification des *Leipzig Glossing Rules* en usage dans les études linguistiques.

Sur la lamelle, le premier caractère du titre est placé juste sous le rectangle noir, on reconnaît *suàn* 算 dans sa variante graphique *suàn* 筭 plus rare². Il renvoie



Figure 4-1.
Titre du livre
au verso de
la lamelle n° 6.

Photographie à partir
de Wenwu (2001, 83).

1. Pour une entrée en matière sur les problématiques et la méthodologie de la reconstruction phonologique du chinois ancien on pourra se reporter à BAXTER & SAGART (2014, 2016).

2. La distinction entre *suàn* 算 (calculer avec des bâtonnets de calculs) et *suàn* 筭 (bâtonnet de calcul) est faite par le dictionnaire *Shuō wén jiě zì* 說文解字 compilé par Xu Shen 許慎 au début du II^e siècle, soit

aux calculs qui se faisaient en manipulant des bâtonnets qui représentaient les nombres sur une surface plane (section 3-1). Le deuxième caractère *shù* 數 veut dire *nombre*. Nous rendons *suàn shù* 算數 par « calculs effectués avec des bâtonnets ». Le dernier caractère *shū* 書 signifie *écrire, écrits, livre, compilation*, nous le traduisons par « livre ». Nous traduisons finalement *Livre sur les calculs effectués avec des bâtonnets*, ou plus simplement *Livre sur les calculs*.

En fait, la relation syntaxique entre *suàn* 算 et *shù* 數 n'est pas marquée et plusieurs interprétations sont possibles. Joseph W. Dauben (2008) dans son *Book on Numbers and Computations* sépare *suàn* 算 et *shù* 數 en « *numbers and computation* » alors que Christopher Cullen (2004) et Karine Chemla et Guo Shuchun (2004, 3) proposent respectivement les titres *Writings on Reckoning* et *Livre de procédures mathématiques* en traduisant respectivement *suàn shù* 算數 par « *reckoning* » et « *procédures mathématiques* ». Nous réservons le terme « *procédures* » pour traduire *shù* 術 comme dans les titres de *Procédures de calcul* [*Suànshù* 算術] et le *Livre des procédures de calcul* [*Suàn shù shū* 算術書]³.

4-1. SE MULTIPLIENT ENTRE EUX

98

/1•/	相	乘
	<i>xiāng</i>	<i>chéng</i>
	l'un l'autre	multiplier

Se multiplient entre eux^a

a. Ce titre reprend une expression de la procédure générale énoncée à la fin de la section et qui stipule que les numérateurs « se multiplient entre eux ».

C'est le titre de la première section dont le texte court sur six lamelles. Ce titre est placé en haut de la lamelle n° 1 et il est séparé du corps du texte par un espace. La même disposition se retrouve dans toutes les sections du livre qui sont chacune identifiées par leur titre.

Entre les barres obliques //, nous écrivons les numéros attribués à chaque lamelle par l'équipe de collation des textes de Zhangjiashan, le manuscrit lui-même ne présentant pas de numérotation. /1•/ avec le point • à droite marque le début du texte écrit sur la lamelle n° 1, alors que /•1/ avec le point à gauche

environ quatre siècles après la composition du *Livre sur les calculs*. Mais cette distinction n'est pas forcément pertinente dans notre manuscrit.

3. *Procédures de calcul* [*Suànshù* 算術] (texte de 216 lamelles excavées en 2006 de la tombe n° 77 du lieu dit Shuihudi du district Yunmeng dans la province du Hubei) et le *Livre des procédures de calcul* [*Suàn shù shū* 算術書] (environ 30 lamelles excavées en 1977 du site Shuanggudui à Fuyang dans la province de l'Anhui) sont présentés dans la section 1-1.

signale la fin du texte de la lamelle n° 1. En général les phrases courent sur plusieurs lamelles et la cohérence des enchaînements aide à déterminer l'ordre des lamelles.

Vient ci-dessous le début du texte de la section sur la lamelle n° 1. Il fait intervenir les unités de longueur *cùn* et *chǐ* qui sont liées par le rapport décimal $1\text{ chǐ} = 10\text{ cùn}$. Les produits génèrent des aires qui sont dimensionnées avec les mêmes termes *cùn* et *chǐ* sans indication lexicale supplémentaire précisant qu'il s'agit d'aires. Le texte énonce que $1\text{ cùn} \times 1\text{ cùn} = 1\text{ cùn}^2$, $1\text{ cùn} \times 1\text{ chǐ} = 1/10\text{ chǐ}^2$, $1\text{ cùn} \times 10\text{ chǐ} = 1\text{ chǐ}^2$, $1\text{ cùn} \times 100\text{ chǐ} = 10\text{ chǐ}^2$, $1\text{ cùn} \times 1\text{ 000 chǐ} = 100\text{ chǐ}^2$. Ces calculs paraissent triviaux avec les notations mathématiques modernes, mais dans le texte, ils sont énoncés en langage naturel ; ils font entendre une table de multiplication de nombres affectés d'unités décimales :

寸	而	乘	寸，	寸	也；
<i>cùn</i>	<i>ér</i>	<i>chéng</i>	<i>cùn</i>	<i>cùn</i>	<i>yě</i>
<i>cùn</i>	TOP ^a	multiplier	<i>cùn</i>	<i>cùn</i>	DECL ^b

1 cùn fois 1 cùn, cela fait 1 cùn [carré] ;

a. Sur les usages de *ér* et sa glose TOP ici, on pourra se reporter à la section 2-1-4.

b. Sur les usages de *yě* et sa glose DECL ici, on pourra se reporter à la section 2-1-6.

乘	尺，	十分	尺	一	也；
<i>chéng</i>	<i>chǐ</i>	<i>shí fēn</i>	<i>chǐ</i>	<i>yī</i>	<i>yě</i>
multiplier	<i>chǐ</i>	{10}fēn	<i>chǐ</i>	{1}	DECL

fois 1 chǐ, cela fait 1/10 de chǐ [carré] ;

乘	十	尺，	一	尺	也；
<i>chéng</i>	<i>shí</i>	<i>chǐ</i>	<i>yī</i>	<i>chǐ</i>	<i>yě</i>
multiplier	{10}	<i>chǐ</i>	{1}	<i>chǐ</i>	DECL

fois 10 chǐ, cela fait 1 chǐ [carré] ;

乘	百	尺，	十	尺	也；
<i>chéng</i>	<i>bǎi</i>	<i>chǐ</i>	<i>shí</i>	<i>chǐ</i>	<i>yě</i>
multiplier	{100}	<i>chǐ</i>	{10}	<i>chǐ</i>	DECL

fois 100, cela fait 10 chǐ [carrés] ;

乘	千	尺，	百	尺	也。
<i>chéng</i>	<i>qiān</i>	<i>chǐ</i>	<i>bǎi</i>	<i>chǐ</i>	<i>yě</i>
multiplier	{1 000}	<i>chǐ</i>	{100}	<i>chǐ</i>	DECL

fois 1 000, cela fait 100 chǐ [carrés].

Le texte continue sur les lamelles n^{os} 1 et 2 avec les produits suivants qui constituent une extension, dans le domaine des fractions unitaires, de la table de multiplication des nombres affectés des unités *cùn* et *chǐ* : $1/2 \text{ cùn} \times 1 \text{ chǐ} = 1/20 \text{ chǐ}^2$, $1/3 \text{ cùn} \times 1 \text{ chǐ} = 1/30 \text{ chǐ}^2$, $1/8 \text{ cùn} \times 1 \text{ chǐ} = 1/80 \text{ chǐ}^2$. Ici encore, les calculs transcrits avec les notations mathématiques modernes semblent très simples, mais ils sont énoncés en langage naturel dans le texte :

半... ..^a 乘 尺, 二十分 尺 一 也。 /•1/
bàn chéng chǐ èr shí fēn chǐ yī yě
 {1/2}^b multiplier *chǐ* {2}{10}*fēn*^c *chǐ* {1}^d DECL

1/2 [*cùn*] fois 1 *chǐ*, cela fait 1/20 de *chǐ* [carré].

a. On voit sur la lamelle un espace d'une taille correspondant à deux caractères qui sont illisibles, il ne s'agit pas d'un espace vide comme celui après le titre.

b. La fraction 1/2 se dit *bàn*, une expression qui ne mentionne pas le dénominateur 2 contrairement à notre glose et à notre traduction.

c. En général, à part 1/2, les fractions unitaires s'expriment selon le modèle « dénominateur + *fēn* ». Selon le contexte, le morphème *fēn* peut s'entendre comme le terme mathématique fraction, comme un verbe signifiant *partager* ou *fractionner*, comme le nom *part* ou *partie* se référant au résultat d'un partage, ou tout simplement comme un morphème figé servant à former les appellations des fractions. On peut se reporter à CHEMLA & GUO (2004, 923-924) et ANICOTTE (2015 b, 2016) pour des discussions détaillées sur cette question.

d. Le numérateur 1 des fractions unitaires de cette partie est exprimé après l'unité *chǐ* dans les résultats ce qui donne « dénominateur + *fēn* + *chǐ* + *yī* », mais la mention de numérateur 1 n'est pas obligatoire et n'apparaît pas dans le sujet où, à partir de la proposition suivante, on a seulement « numérateur + *fēn* + *cùn* ». On pourra consulter ANICOTTE (2016) pour une analyse des schémas d'expression des fractions dans le *Livre sur les calculs*.

/2•/ 三分 寸 乘 尺, 三十分 尺 一 也。
sān fēn cùn chéng chǐ sān shí fēn chǐ yī yě
 {3}*fēn* *cùn* multiplier *chǐ* {3}{10}*fēn* *chǐ* {1} DECL

1/3 de *cùn* fois 1 *chǐ*, cela fait 1/30 de *chǐ* [carré].

八分 寸 乘 尺, 八十分 尺 一 也。 /•2/
bā fēn cùn chéng chǐ bā shí fēn chǐ yī yě
 {8}*fēn* *cùn* multiplier *chǐ* {8}{10}*fēn* *chǐ* {1} DECL

1/8 de *cùn* fois 1 *chǐ*, cela fait 1/80 de *chǐ* [carré].

Le texte interrompt ici cette succession. La série sera prolongée plus bas, mais viennent d'abord des produits qui impliquent des nombres sans unité, sauf le dernier où *chǐ* resurgit dans le résultat : $1/2 \times 1 = 1/2$, $1/2 \times 1/2 = 1/4$, $1/3 \times 1 = 1/3$, $1/3 \times 1/2 = 1/6$, $1/3 \times 1/3 = 1/9$, $1/4 \times 1 = 1/4$, $1/4 \times 1/2 = 1/8 \text{ chǐ}$ (on ne sait pas s'il s'agit d'une aire ou d'une longueur).

/3●/ 一半 乘 一, 半 也;
yī bàn chéng yī bàn yě
 {1}{1/2}^a multiplier {1} {1/2} DECL

1/2 fois 1, cela fait 1/2 ;

a. C'est l'unique occurrence de {1}{1/2} dans le texte, probablement par souci de surprécision, partout ailleurs la fraction 1/2 se dit simplement *bàn* qui n'est pas accompagné du numéral {1}.

乘 半, 四分 一 也。
chéng bàn sì fēn yī yě
 multiplier {1/2} {4}fēn {1} DECL

fois 1/2, cela fait 1/4.

三分 而 乘 一, 三分 一 也;
sān fēn ér chéng yī sān fēn yī yě
 {3}fēn TOP multiplier {1} {3}fēn {1} DECL

1/3 fois 1, cela fait 1/3 ;

乘 半, 六分 一 也;
chéng bàn liù fēn yī yě
 multiplier {1/2} {6}fēn {1} DECL

fois 1/2, cela fait 1/6 ;

乘 三分, 九分 一 也。
chéng sān fēn jiǔ fēn yī yě
 multiplier {3}fēn {9}fēn {1} DECL

fois 1/3, cela fait 1/9.

四分 而 乘 一 也, /●3//4●/ 四分 一 也;
sì fēn ér chéng yī yě sì fēn yī yě
 {4}fēn TOP multiplier {1} TOP^a {4}fēn {1} DECL

1/4 fois 1, cela fait 1/4 ;

a. Sur les usages de *yě* et sa glose TOP ici, on pourra se reporter à la section 2-1-6.

乘 半, 三十分[sic]^a 尺 一 也。
chéng bàn sān shí fēn chǐ yī yě
 multiplier {1/2} {3}{10}fēn chǐ {1} DECL

fois 1/2, cela fait 1/30 [recte : 1/8] de chǐ.

a. Le texte énonce un résultat 1/30 inexact pour le produit de 1/4 par 1/2, on devrait avoir 1/8. On observe des erreurs dans les données numériques au fil du recueil alors que les situations et méthodes de calculs sont généralement claires. WENWU (2000, 2001) et PENG Hao (2001) relèvent la plupart des coquilles et des lectures douteuses, un repérage qui se situe à mi-chemin entre l'épigraphie et l'interprétation du texte.

Les unités de longueur *chǐ* et *cùn* ($1\ cùn = 1/10\ chǐ$) reviennent dans les énoncés suivants qui complètent la séquence « $1/2\ cùn \times 1\ chǐ = 1/20\ chǐ^2$ », « $1/3\ cùn \times 1\ chǐ = 1/30\ chǐ^2$ », « $1/8\ cùn \times 1\ chǐ = 1/80\ chǐ^2$ » brutalement interrompue plus haut⁴ : $1/4\ cùn \times 1\ chǐ = 1/40\ chǐ^2$, $1/5\ cùn \times 1\ chǐ = 1/50\ chǐ^2$, $1/6\ cùn \times 1\ chǐ = 1/60\ chǐ^2$, $1/7\ cùn \times 1\ chǐ = 1/70\ chǐ^2$.

四分 寸 乘 尺, 四十分 尺 一 也。
sì fēn cùn chéng chǐ sì shí fēn chǐ yī yě
{4}fēn cùn multiplier chǐ {4}{10}fēn chǐ {1} DECL
1/4 de cùn fois 1 chǐ, cela fait 1/40 de chǐ [carré].

五分 寸 乘 尺, 五十分 尺 一 也。
wǔ fēn cùn chéng chǐ wǔ shí fēn chǐ yī yě
{5}fēn cùn multiplier chǐ {5}{10}fēn chǐ {1} DECL
1/5 de cùn fois 1 chǐ, cela fait 1/50 de chǐ [carré].

六分 寸 乘 尺, 六十分 尺/●4/5●/ 一 也。
sì fēn cùn chéng chǐ liù shí fēn chǐ yī yě
{6}fēn cùn multiplier chǐ {6}{10}fēn chǐ {1} DECL
1/6 de cùn fois 1 chǐ, cela fait 1/60 de chǐ [carré].

七分 乘 尺, 七十八分[sic]^a 尺 一 也。
qī fēn chéng chǐ qī shí bā fēn chǐ yī yě
{7}fēn multiplier chǐ {7}{10}{8}fēn chǐ {1} DECL
1/7 [de cùn] fois 1 chǐ, cela fait 1/78 [recte : 1/70] de chǐ [carré].

a. Ici aussi il y a une erreur dans l'énoncé du résultat qui devrait être 1/70 et non 1/78. Remarquons que la partie supérieure du caractère *fēn* 分 qui sert à exprimer les fractions est justement le caractère *bā* 八 {8}, cela explique le risque d'omission ou d'ajout d'un *bā* 八 par le copiste avant *fēn* 分 dans l'enchaînement vertical des caractères.

La suite du texte donnée ci-dessous énonce les produits $1/4 \times 1/3 = 1/12$, $1/4 \times 1/4 = 1/16$, $1/5 \times 1/3 = 1/15$, $1/5 \times 1/4 = 1/20$, $1/5 \times 1/5 = 1/25$:

乘 三分, 十二分 一 也;
chéng sān fēn shí èr fēn yī yě
multiplier {3}fēn {10}{2}fēn {1} DECL
{1/4}^a fois 1/3, cela fait 1/12 ;

a. Les deux caractères *sì fēn* 四分 ont été omis au début du passage qui suit, ils expriment 1/4 et la cohérence textuelle commande d'introduire cette valeur dans la traduction.

4. GUO Shirong (2001) recompose en déplaçant des segments du texte sur une lamelle pour les rapprocher d'autres segments sur d'autres lamelles afin de rassembler les listes de produits que l'on voudrait voir réunies. Notre parti pris est en revanche de donner à voir le texte tel qu'il est quitte à souligner de telles irrégularités qui surprennent.

乘 四分, 十六分 一 也。
chéng sì fēn shí liù fēn yī yě
 multiplier {4}fēn {10}{6}fēn {1} DECL
fois 1/4, cela fait 1/16.

五分 而 乘 一, 五分 一 也;
wǔ fēn ér chéng yī wǔ fēn yī yě
 {5}fēn TOP multiplier {1} {5}fēn {1} DECL
1/5 fois 1, cela fait 1/5 ;

乘 半, 十分 一 也; /●5/
chéng bàn shí fēn yī yě
 multiplier {1/2} {10}fēn {1} DECL
fois 1/2, cela fait 1/10 ;

/6●/ 乘 三分, 十五分 一 也;
chéng sān fēn shí wǔ fēn yī yě
 multiplier {3}fēn {10}{5}fēn {1} DECL
fois 1/3, cela fait 1/15 ;

乘 四分, 二十分 一 也;
chéng sì fēn èr shí fēn yī yě
 multiplier {4}fēn {2}{10}fēn {1} DECL
fois 1/4, cela fait 1/20 ;

乘 五分, 二十五分 一 也。
chéng wǔ sān fēn èr shí wǔ fēn yī yě
 multiplier {5}fēn {2}{10}{5}fēn {1} DECL
fois 1/5, cela fait 1/25.

Finalement la section a listé des produits d'entiers et de fractions unitaires que nous réordonnons ici sous forme de tables de multiplication :

×	1 cùn	10 chǐ	100 chǐ	1 000 chǐ
1 cùn	1 cùn ²	1 chǐ ²	10 chǐ ²	100 chǐ ²

×	1 cùn	1/2 cùn	1/3 cùn	1/4 cùn
1 chǐ	1/10 chǐ ²	1/20 chǐ ²	1/30 chǐ ²	1/40 chǐ ²

×	1/5 cùn	1/6 cùn	1/7 cùn	1/8 cùn
1 chǐ	1/50 chǐ ²	1/60 chǐ ²	1/70 chǐ ²	1/80 chǐ ²

×	1	1/2	1/3	1/4	1/5
1/2	1/2	1/4			
1/3	1/3	1/6	1/9		
1/4	1/4	1/8	1/12	1/16	
1/5	1/5	1/10	1/15	1/20	1/25

La section s’achève avec l’énoncé d’une procédure générale pour obtenir le produit de fractions :

乘 分 之 術 曰：
chéng fēn zhī shù yuē
 multiplier fraction DET^a procédure dire

Pour multiplier des fractions on procède comme suit :

a. Sur les usages de *zhī* et sa glose DET ici, on pourra se reporter à la section 2-1-2.

母 乘 母 為 法，
mǔ chéng mǔ wéi fǎ
 dénominateur multiplier dénominateur faire diviseur

Les dénominateurs multiplient les dénominateurs faisant le diviseur,

子 相 乘 為 實。 /●6/
zǐ xiāng chéng wéi shí
 numérateur l’un l’autre multiplier faire dividende

les numérateurs se multiplient entre eux faisant le dividende.

4-2. MULTIPLICATION DES FRACTIONS

/7●/
 分 乘
fēn chéng
 fraction multiplier

Multipliation des fractions^a

a. C’est le titre d’une nouvelle section isolée sur la lamelle n° 7. Comme toujours, le titre est séparé du corps du texte par un espace qui l’identifie comme titre.

分 乘 分 術 皆^a 曰：
fēn chéng fēn shù jiē yuē
 fraction multiplier fraction procédure tout dire

Pour multiplier des fractions on procède toujours comme suit :

a. L’adverbe *jiē* 皆 est ici placé devant le verbe *yuē* 曰 « dire ». C’est l’un des moyens d’expression du pluriel identifiés par XU Dan (2009).

母 相 乘 為 法，
mǔ *xiāng* *chéng* *wéi* *fǎ*
dénominateur l'un l'autre multiplier faire diviseur
Les dénominateurs se multiplient entre eux donnant le diviseur,

子 相 乘 為 實。/●7/
zǐ *xiāng* *chéng* *wéi* *shí*
numérateur l'un l'autre multiplier faire dividende
les numérateurs se multiplient entre eux donnant le dividende.

On constate ici la différenciation lexicale, d'une part, entre *mǔ* le dénominateur d'une fraction, et *fǎ* le diviseur et, d'autre part, entre *zǐ* le numérateur, et *shí* le dividende. Cela correspond à une distinction entre la fraction vue comme nombre composé de deux entiers et le quotient qui est envisagé comme un calcul potentiellement exécutable. La règle générale est exprimée en termes d'instructions de calculs avec un énoncé presque identique à celui sur la lamelle n° 6 de la section précédente.

4-3. MULTIPLICATION

105

/8●/ 乘
chéng
multiplier
Multiplication

C'est l'intitulé de la section qui commence sur la lamelle n° 8 et court jusqu'à la fin de la lamelle n° 12. On y voit l'énumération de produits exprimés en langue naturelle. Les premiers reviennent à énoncer la table ci-contre avec les fractions 1/2, 1/3 et 2/3.

×	1/3	1/2
1/3	1/9	
1/2	1/6	1/4
2/3	2/9	

Les expressions respectives *bàn*, *shǎobàn* et *tàibàn* de 1/2, 1/3 et 2/3 ne sont pas formées selon le schéma générique « dénominateur + fēn » et ne mentionnent donc pas les dénominateurs 2 et 3. Les résultats sont en revanche exprimés selon la forme générique. Notons que la forme générique peut servir exprimer 1/3 et 2/3, mais jamais 1/2 qui se dit toujours *bàn* dans ce corpus.

少半 乘 少半, 九分 一 也。
shǎobàn chéng shǎobàn jiǔ fēn yī yě
 {1/3} multiplier {1/3} {9}fēn {1} DECL
1/3 fois 1/3, cela fait 1/9.

半 步 乘 半 步, 四分 一。
bàn bù chéng bàn bù sì fēn yī
 {1/2} bù multiplier {1/2} bù {4}fēn {1}
1/2 bù fois 1/2 bù, cela fait 1/4 [de bù carré].

半 步 乘 少半 步, 六分 一 也。
bàn bù chéng shǎobàn bù liù fēn yī yě
 {1/2} bù multiplier {1/3} bù {4}fēn {1} DECL
1/2 bù fois 1/3 de bù, cela fait 1/6 [de bù carré].

少半 乘 大半, 九分 二 也。
shǎobàn chéng dàibàn jiǔ fēn èr yě
 {1/3} multiplier {2/3} {9}fēn {2} DECL
1/3 fois 2/3, cela fait 2/9.

106 — Suivent des produits qui reviennent à énoncer une table de multiplication avec les fractions 1/4, 1/5, 1/6, 1/7 et 1/8 :

×	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8
1/4	1/16	1/20			
1/5		1/25	1/30		
1/6			1/36	1/42	
1/7				1/49	1/56

Les noms des fractions sont ici formés suivant le schéma générique « *dénominateur + fēn* » des fractions unitaires et mentionnent donc explicitement les dénominateurs.

五分 乘 五分, 二十•8/19•/五分 一。
wǔ fēn chéng wǔ fēn èr shí wǔ fēn yī
 {5}fēn multiplier {5}fēn {2}{10}fēn {1}
1/5 fois 1/5, cela fait 1/25.

四分 乘 四分, 十六分 一。
sì fēn chéng sì fēn shí liù fēn yī
 {4}fēn multiplier {4}fēn {10}{6}fēn {1}
1/4 fois 1/4, cela fait 1/16.

四[sic]^a 乘 五分, 二十分 一。
si chéng wǔ fēn èr shí fēn yī
 {4} multiplier {5}fēn {2}{10}fēn {1}

4 [recte : 1/4] fois 1/5, cela fait 1/20.

a. On devrait avoir la fraction un quart et non l'entier quatre, le copiste a omis le caractère *fēn* 分.

五分 乘 六分, 三十分 一 也。
wǔ fēn chéng liù fēn sān shí fēn yī yě
 {5}fēn multiplier {6}fēn {3}{10}fēn {1} DECL
1/5 fois 1/6, cela fait 1/30.

七分 乘 七分, 四十九分 一 也。
qī fēn chéng qī fēn sì shí jiǔ fēn yī yě
 {7}fēn multiplier {7}fēn {4}{10}{9}fēn {1} DECL
1/7 fois 1/7, cela fait 1/49.

六分 乘 六分, 三十六分 一 也。
liù fēn chéng liù fēn sān shí liù fēn yī yě
 {6}fēn multiplier {6}fēn {3}{10}{6}fēn {1} DECL
1/6 fois 1/6, cela fait 1/36.

六•9//10•/分 乘 七[sic]^a, 四十二分 一 也。
liù fēn chéng qī sì shí èr fēn yī yě
 {6}fēn multiplier {7} {4}{10}{2}fēn {1} DECL
1/6 fois 7 [recte : 1/7], cela fait 1/42.

a. On devrait avoir la fraction un septième et non l'entier sept, là encore le copiste a omis un caractère *fēn* 分.

七分 乘 八分, 五十六分 一 也。/•10/
qī fēn chéng bā fēn wǔ shí liù fēn yī yě
 {7}fēn multiplier {8}fēn {5}{10}{6}fēn {1} DECL
1/7 fois 1/8, cela fait 1/56.

Viennent finalement des produits qui peuvent se regrouper dans la table ci-contre qui n'est pas si simple quand elle est énoncée en langue naturelle sans puissance de dix :

×	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
1/2		50	500	5 000		
1	10				10 ⁵	10 ⁶
10			10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷
10 ²				10 ⁶		
10 ³				10 ⁷		

La numération en langue chinoise est décimale avec des morphèmes numériques *shí* (dix), *bǎi* (cent), *qiān* (mille) et *wàn* (dix mille) pour les premiers rangs décimaux, les suivants étant exprimés avec des combinaisons des premiers, par exemple le rang des millions s'énonce *bǎi wàn* (soit *cent fois dix mille* qui font bien *un million*).

/11•/ 一 乘 十, 十 也。
yī chéng shí shí yě
{1} multiplier {10} {10} DECL

1 fois 10 cela fait 10.

十 乘 萬, 十萬 也。
shí chéng wàn shí wàn yě
{10} multiplier {10⁴} {10}{10⁴} DECL

10 fois 10 000 font 100 000.

千 乘 萬, 千萬。
qiān chéng wàn qiān wàn
{10³} multiplier {10⁴} {10³}{10⁴}

1 000 fois 10 000 font 10 000 000.

一 乘 十萬, 十萬 也。
yī chéng shí wàn shí wàn yě
{1} multiplier {10}{10⁴} {10}{10⁴} DECL

1 fois 100 000 fait 100 000.

十 乘 十萬, 百萬。
shí chéng shí wàn bǎi wàn
{10} multiplier {10}{10⁴} {10²}{10⁴}

10 fois 100 000 font 1 000 000.

半 乘 千, 五百。
bàn chéng qiān wǔ bǎi
{1/2} multiplier {10³} {5}{10²}

1/2 fois 1 000 font 500.

一 乘 百/•11//12•/萬, 百萬。
yī chéng bǎi wàn bǎi wàn
{1} multiplier {10²}{10⁴} {10²}{10⁴}

1 fois 1 000 000 fait 1 000 000.

十 乘 百萬, 千萬。
shí chéng bǎi wàn qiān wàn
 {10} multiplier {10²}{10⁴} {10³}{10⁴}
10 fois 1 000 000 font 10 000 000.

半 乘 萬, 五千。
bàn chéng wàn wǔ qiān
 {1/2} multiplier {10⁴} {5}{10³}
1/2 fois 10 000 cela fait 5 000.

十 乘 千, 萬 也。
shí chéng qiān wàn yě
 {10} multiplier {10³} {10⁴} DECL
10 fois 1 000 font 10 000.

百 乘 萬, 百萬。
bǎi chéng wàn bǎi wàn
 {10²} multiplier {10⁴} {10²}{10⁴}
100 fois 10 000 font 1 000 000.

半 乘 百, 五十。/●12/
bàn chéng bǎi wǔ shí
 {1/2} multiplier {10²} {5}{10}
1/2 fois 100 cela fait 50.

109

4-4. VARIATIONS DES FRACTIONS

/13●/ 增 減 分
zēng jiǎn fēn
 augmenter diminuer fraction

Variations des fractions

增 分 者, 增 其 子;
zēng fēn zhě zēng qí zǐ
 augmenter fraction NMLZ^a augmenter 3POSS numérateur
Pour augmenter une fraction, on augmente son numérateur ;

a. On pourra se reporter à la section 2-1-3 pour une présentation de la particule *zhě* 者.

減 分 者, 增 其 母。 /●13/
jiǎn fēn zhě zēng qí mǔ
 diminuer fraction NMLZ augmenter 3POSS dénominateur
Pour diminuer une fraction, on augmente son dénominateur.

La section énonce ainsi à l'aide de deux propositions parallèles qu'une fraction augmente si son numérateur augmente et diminue quand c'est le dénominateur qui augmente, cette propriété générale n'étant illustrée par aucun exemple numérique.

Pour *zēng* 增 on pourra aussi voir son usage dans le texte de la lamelle n° 166 de la section 4-66.

4-5. SI L'ON DOIT PRENDRE 1/2 D'UNE FRACTION

/14●/ 分 當 半 者
fēn dāng bàn zhě
 fraction falloir {1/2} NMLZ

Si l'on doit prendre 1/2 d'une fraction^a

a. Ici *bàn* est en position verbale et se rend littéralement par « prendre 1/2 », il n'empêche que ce titre exprime une généralité par métonymie en s'appuyant sur le cas de 1/2, la plus grande fraction unitaire possible.

110

諸^a 分 之 當 半 者,
zhū fēn zhī dāng bàn zhě
 tous les fraction TOP^b falloir {1/2} NMLZ

Si l'on doit prendre 1/2 de n'importe quelle fraction,

a. *Zhū* 諸 est l'un des moyens d'expression du pluriel répertoriés par XU Dan (2009).
 b. On pourra se reporter à la section 2-1-2 pour une explication sur les divers usages de *zhī* 之 et sur sa glose TOP ici.

倍 其 母;
bèi qí mǔ
 doubler 3POSS dénominateur
on double le dénominateur ;

當 少半 者, 三 其 母;
dāng shǎobàn zhě sān qí mǔ
 falloir {1/3} NMLZ {3} 3POSS dénominateur
si l'on doit prendre 1/3, on triple le dénominateur ;

當 四分 者, 四 其 母;
dāng sì fēn zhě sì qí mǔ
 falloir {4}fēn NMLZ {4} 3POSS dénominateur
si l'on doit prendre 1/4, on quadruple le dénominateur ;

當 五分 者, 其 母;
dāng wǔ fēn zhě qí mǔ
 falloir {5}fēn NMLZ 3POSS dénominateur
si l'on doit prendre 1/5, [on quintuple^a] le numérateur ;

a. Le texte est ici incomplet, on attend *wǔ* {5} avant *qí mǔ* pour exprimer que l'on quintuple.

當 十、百分 者, 輒
dāng shí bǎi fēn zhě zhé
 falloir {10} {10²}fēn NMLZ alors
si l'on doit prendre 1/10 ou 1/100, alors

十、/•14//15•/ 百 其 母;
shí /•14//15•/ bǎi qí mǔ
 {10} {10²} 3POSS dénominateur
on décuple ou centuple le dénominateur ;

如 欲 所 分。/•15/
rú yù suǒ fēn
 comme souhaiter ce que fractionner
ce qui fractionne comme on le souhaite.

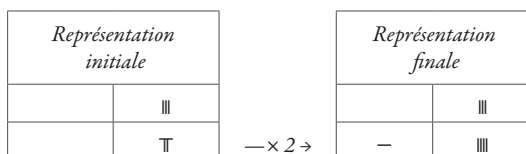
Cette section énumère comment prendre la moitié, le tiers, le quart, le cinquième, le dixième et le centième d'une fraction dont la valeur n'est pas spécifiée. La liste d'exemples revient à la table suivante :

×	1/2	1/3	1/4	1/5	1/10	1/100
a/b	$a/2b$	$a/3b$	$a/4b$	$a/5b$	$a/10b$	$a/100b$

Se construit ainsi l'énoncé par énumération non exhaustive d'une procédure générale pour multiplier une fraction quelconque par une fraction unitaire. Le texte recourt ici à l'énumération, dans d'autres sections une quantité indéterminée peut être désignée par le terme *ruògān* (un certain nombre).

Il nous semble que la règle énoncée ici ne vise pas à faire un constat statique mais plutôt à donner un procédé dynamique, autrement dit un algorithme, qui, partant de la représentation du numérateur et du dénominateur d'une fraction à l'aide de bâtonnets de calculs, permet de passer à la représentation de la moitié

(ou du tiers, du quart, etc.) de la fraction initiale. En fait seul le dénominateur est modifié et il l'est en effectuant une multiplication. Par exemple, si on veut la moitié de la fraction 3/7, alors on commence par représenter son numérateur et son dénominateur, puis on remplace le dénominateur 7 par son double 14, soit :



4-6. MOITIÉS DE FRACTIONS

/16•/	分	半	者
	<i>fēn</i>	<i>bàn</i>	<i>zhě</i>
	fraction	{1/2}	NMLZ

Moitiés de fractions

雖	有	百	分，
<i>suī</i>	<i>yǒu</i>	<i>bǎi</i>	<i>fēn</i>
même si	avoir	{10 ² } ^a	fraction

Même s'il y a maintes fractions,

a. Le numéral {10²} réfère ici à une quantité approximative, pas à une quantité exacte.

以	此	進	之。 /•16/
<i>yǐ</i>	<i>cǐ</i>	<i>jìn</i>	<i>zhī</i>
avec ^a	ceci	avancer ^b	3OBJ ^c

on applique cette procédure.

a. On pourra se reporter à la section 2-1-1 pour une présentation des usages de *yǐ* 以 et sur sa glose « avec » ici.

b. Nous comprenons ce terme *jìn* 進 avec sa signification ordinaire « avancer » et non dans le sens « passer au rang supérieur » qu'il prend dans les routines de calculs avec un boulier, une acception qui, à notre connaissance, n'est pas contemporaine de notre texte.

c. On peut se reporter à la section 2-1-2 au sujet de la glose 3OBJ attribuée ici à *zhī* 之.

Cet énoncé se réfère à la procédure exposée dans la section précédente. Ici encore le terme *bàn* du titre est en position verbale et peut se rendre par le groupe verbal « prendre 1/2 » ou par le nom « moitié », et le titre s'appuie sur le cas de 1/2 pour exprimer une généralité par métonymie.

4-7. SIMPLIFICATION DE FRACTIONS

/17•/ 約 分
yuē *fēn*
 simplifier fraction

Simplification de fractions

約 分 術 曰：
yuē *fēn* *shù* *yuē*
 simplifier fraction procédure dire

Pour simplifier une fraction on procède comme suit :

以 子 除 母，
yǐ *zǐ* *chú* *mǔ*
 avec numérateur retrancher dénominateur

Le numérateur est retranché du dénominateur,

母 亦 除 子
mǔ *yì* *chú* *zǐ*
 dénominateur de même retrancher numérateur

le dénominateur est de même retranché du numérateur

子 母 數 交 等 者，
zǐ *mǔ* *shù* *jiāo* *děng* *zhě*
 numérateur dénominateur nombre mutuellement^a égalier NMLZ

quand numérateur et dénominateur deviennent égaux entre eux^b,

a. On se réfère ici à HAO Huifang (2008, 235, item 2) qui donne ce sens pour l'usage adverbial et « croiser » pour l'emploi comme verbe.

b. Les mots *mǔ* (dénominateur) et *zǐ* (numérateur) sont ici utilisés comme les variables dynamiques d'un algorithme qui assigne de nouvelles valeurs à chaque pas.

即 約 之 矣。
jí *yuē* *zhī* *yǐ*
 alors simplifier 3OBJ CRS
alors on simplifie la fraction.

又 曰，
yòu *yuē*
 et dire
Alternativement,

約 分 術 曰：
yuē *fēn* *shù* *yuē*
simplifier fraction procédure dire

pour simplifier une fraction on procède comme suit :

可 半, 半 之,
kě *bàn* *bàn* *zhī*
pouvoir {1/2} {1/2} 3OBJ]

Si on peut diviser par deux, on divise par deux,

可 令 若干 一、
kě *lìng* *ruògān* *yī*
pouvoir CAUS un certain nombre {1}^a

si on peut faire qu'un certain nombre divise,

a. Le morphème numérique *yī* {1} s'entend ici comme un verbe « unifier », ce qui s'opère en divisant par un même nombre.

若干 一。
ruògān *yī*
un certain nombre {1}

on divise par ce nombre.

其 一 術 曰： /•17//18•/
qí *yī* *shù* *yuē*
3POSS {1} procédure dire

Une autre procédure se déroule comme suit :

以 分 子 除 母,
yǐ *fēn* *zǐ* *chú* *mǔ*
avec fraction numérateur retrancher dénominateur

Le numérateur de la fraction est retranché du dénominateur,

少,
shǎo
moindre

quand il [le dénominateur] devient plus petit [que le numérateur],

以 母 除 子,
yǐ *mǔ* *chú* *zǐ*
avec dénominateur retrancher numérateur

c'est le dénominateur qui est retranché du numérateur,

子 母 等,
zǐ mǔ dēng
 numérateur dénominateur égaler

[jusqu'à] l'égalisation du numérateur et du dénominateur^a,

a. C'est un algorithme itératif avec deux variables dynamiques dont les valeurs changent ; la boucle s'arrête quand les valeurs des deux variables deviennent égales.

以 為 法,
yǐ wéi fǎ
 pour^a faire diviseur

pour former le diviseur,

a. On pourra se reporter à la section 2-1-1 pour une explication sur les usages de la particule *yǐ* 以 et sur sa glose « pour » ici.

子 母 各
zǐ mǔ gè
 numérateur dénominateur chacun

numérateur et dénominateur sont chacun

如 法 而 成 一。 /●18/
rú fǎ ér chéng yī
 comme diviseur TOP devenir {1}^a

divisés par ce nombre.

a. Le numéral *yī* {1} réfère ici à une « unification » ou à une « réduction » du numérateur et du dénominateur en divisant par le PGCD. L'expression « *rú fǎ ér chéng yī* » pourrait se rendre par « unifier selon le diviseur » si l'on tenait à évoquer le champ sémantique de l'unité, mais elle veut simplement dire « effectuer la division par ce diviseur », diviseur qui est ici le PGCD.

/19●/ 不 足 除 者,
bù zú chú zhě
 NEG suffisant^a retrancher NMLZ

Quand il n'est pas nécessaire de soustraire,

a. Suffisant est le sens premier de *zú* 足, mais cette proposition aborde un cas où la méthode des soustractions successives peut être évitée, d'où notre traduction.

可 半,
kě bàn
 pouvoir {1/2}
si on peut prendre la moitié,

半	母	亦	半	子。 /●19/
<i>bàn</i>	<i>mǔ</i>	<i>yì</i>	<i>bàn</i>	<i>zǐ</i>
{1/2}	dénominateur	de même	{1/2}	numérateur

on prend la moitié du dénominateur et du numérateur^a.

a. Le texte ne mentionne explicitement que le cas où numérateur et dénominateur sont tous les deux pairs et où on calcule leurs moitiés. Mais il semble raisonnable de considérer que cette situation des nombres divisibles par 2 signifie par métonymie, comme dans les deux sections précédentes, toutes les situations où l'on repère un diviseur commun au numérateur et au dénominateur.

/20●/	二千一十六分	之	百六十二，
	<i>èr qiān yī shí liù fēn</i>	<i>zhī</i>	<i>bǎi liù shí èr</i>
	{2}{10 ³ }{1}{10}{6}fēn	<i>zhī</i>	{10 ³ }{6}{10}{2}

162/2016

約	之	百一十二分	之	九。 /●20/
<i>yuē</i>	<i>zhī</i>	<i>bǎi yī shí èr fēn</i>	<i>zhī</i>	<i>jiǔ</i>
simplifier	3OBJ	{10 ³ }{1}{10}{2}fēn	<i>zhī</i>	{9}

se simplifie en 9/112.

116 — La section s'achève ainsi avec cet exemple de simplification dont le déroulement concret est explicité par nous dans la section 3-1.

L'algorithme présenté ici est semblable à ce que l'on appelle désormais communément l'« algorithme d'Euclide » parce qu'il se trouve dans les propositions 1 et 2 du livre 7 des *Éléments*⁵ attribués à Euclide. Mais rien ne permet de supposer que cet algorithme fût original dans le *Livre sur les calculs* ou les *Éléments*, les deux ouvrages reprenant certainement des méthodes et des résultats admis de longue date dans leur tradition culturelle respective.

4-8. SOMME DE FRACTIONS

/21●/	合	分
	<i>hé</i>	<i>fēn</i>
	assembler	fraction

Somme de fractions

5. Ouvrage transmis des mathématiques grecques, vraisemblablement composé ca. – 300 ; on trouvera une traduction française du livre 7 par Bernard Vitrac dans le volume 2 d'Euclide (1990).

合 分 術 曰：
hé fēn shù yuē
 assembler fraction procédure dire

Pour additionner des fractions on procède comme suit :

母 相類^a, 子 相 從。
mǔ xiāng lèi zǐ xiāng cóng
 dénominateur identiques numérateur l'un l'autre ajouter

Quand les dénominateurs sont identiques, les numérateurs s'ajoutent.

a. L'expression *xiāng lèi* 相類 est utilisée à plusieurs reprises dans cette section pour exprimer l'égalité. Ailleurs on trouve le terme *děng* 等.

母 不 相類,
mǔ bù xiāng lèi
 dénominateur NEG identiques

Quand les dénominateurs sont différents,

可 倍、 倍,
kě bèi bèi
 pouvoir doubler doubler

si on peut doubler, on double,

可 三、 三, 可 四、 四,
kě sān sān kě sì sì
 pouvoir {3} {3} pouvoir {4} {4}

si on peut tripler, on triple, si on peut quadrupler, on quadruple,

可 五、 五, 可 六、 六,
kě wǔ wǔ kě liù liù
 pouvoir {5} {5} pouvoir {6} {6}

si on peut quintupler, on quintuple, si on peut sextupler, on sextuple,

七^[sic] 亦 輒 倍、 倍,
qī yì zhé bèi bèi
 {7} de même alors doubler doubler

de même on double alors 7 [recte : le numérateur] si on a doublé,

a. C'est le numérateur qui est doublé. On devrait avoir *zǐ* 子 numérateur à la place du caractère *qī* 七 {7} qui se lit sur la lamelle.

及 三、 四、 五 之 如 母。
jí sān sì wǔ zhī rú mǔ
et {3} {4} {5} 3OBJ comme dénominateur
voire on le triple, quadruple, quintuple comme le dénominateur.

母 相類/●21//22●/ 者，
mǔ xiāng lèi zhě
dénominateur identiques NMLZ

Si des dénominateurs sont égaux entre eux^a,

a. Il s'agit des nouvelles valeurs des dénominateurs obtenues après avoir effectué les multiplications par les facteurs adéquats. Ici, comme dans la section 4-7, le terme *dénominateur* désigne une variable dynamique.

子 相 從。
zǐ xiāng cóng
numérateur l'un l'autre ajouter
on ajoute les numérateurs entre eux.

其 不 相類 者，
qí bù xiāng lèi zhě
3POSS NEG identiques NMLZ

S'ils^a sont différents,

a. Le pronom se réfère aux dénominateurs des fractions.

母 相 乘 為 法，
mǔ xiāng chéng wéi fǎ
dénominateur l'un l'autre multiplier faire diviseur
les dénominateurs se multiplient entre eux pour donner le diviseur,

子 互 乘 母，
zǐ hù chéng mǔ
numérateur en biais multiplier dénominateur
chaque numérateur multiplie les dénominateurs des autres fractions,

并 以 為 實，
bìng yǐ wéi shí
grouper pour faire dividende
on somme ces produits pour faire le dividende,

如 法 成 一。
rú fǎ chéng yī
 comme diviseur devenir {1}^a

on divise par le diviseur.

a. La locution *rú fǎ chéng yī* exprime une division par le diviseur *fǎ*.

今 有 五 分 二、 六 分 三、 /●22/
jīn yǒu wǔ fēn èr liù fēn sān
 actuel^a avoir {5}fēn {2} {6}fēn {3}

Considérons 2/5, 3/6,

a. On pourra se reporter à la section 2-1-6 sur les usages et la traduction de *jīn* 今.

/23●/ 十一[sic]^a分 八、 十二分 七、 三分 二、
shí yī fēn bā shí èr fēn qī sān fēn èr
 {10}{1}fēn {8} {10}{2}fēn {7} {3}fēn {2}

8/11 [recte : 8/10], 7/12, 2/3.

a. Un caractère *yī* 一 {1} superflu a été inséré entre *shí* 十 et *fēn* 分.

為 幾何? 曰: 二 錢 六十分 錢 五十七。
wéi jǐhé yuē èr qián liù shí fēn qián wǔ shí qī
 faire combien dire {2} qián {6}{10}fēn qián {5}{10}{7}

Combien cela donne-t-il ? La réponse est : 2 qián 57/60 de qián^a.

a. L'unité monétaire *qián* survient ainsi dans le résultat alors qu'elle n'apparaissait pas dans les données. Ce premier exemple considère la somme $2/5 + 3/6 + 8/10 + 7/12 + 2/3$ qui se réduit au même dénominateur 60 donnant $(24 + 30 + 48 + 35 + 40)/60 = 177/60$, soit $2 + 57/60$ en séparant la partie entière 2 et la partie décimale 57/60 qui n'est pas exprimée sous sa forme irréductible 19/20.

其 術 如 右 方。
qí shù rú yòu fāng
 3POSS procédure comme droite côté

La procédure se déroule comme précédemment^a.

a. Le texte original parle de la procédure énoncée « à droite » car le texte original court de haut en bas puis de droite à gauche sur les lamelles de bambou, le texte qui précède étant donc effectivement placé à droite sur les lamelles.

五 人 分 七 錢 少半 半 錢,
wǔ rén fēn qī qián shǎobàn bàn qián
 {5} personne partager {7} qián {1/3} {1/2} qián

5 personnes partagent 7 qián et 1/3 et 1/2 de qián,

人 得 一 錢 三十/●23//24●/分 錢, 十七。
rén dé yī qián sān shí fēn qián shí qī
 personne obtenir {1} *qián* {3}{10}fēn *qián* {10}{7}

chacune obtient 1 *qián* et 17/30 de *qián*.

a. Il s'agit d'un deuxième exemple d'application de la procédure. La sommation est ici une étape intermédiaire dans un problème de partage (comme dans la section suivante), la somme comporte cette fois une partie entière 7.

術 曰：
shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

下 三分，
xià sān fēn
 dessous {3}fēn

Le plus grand dénominateur^a étant 3,

a. Le terme *xià* (dessous, bas), généralement suivi de *yǒu* (avoir) est utilisé à plusieurs reprises pour introduire les valeurs de dénominateurs de fraction. Il est aussi utilisé dans la section 4-30 pour classer des unités de mesure, *xià* étant celle de plus basse dénomination, c'est pourquoi nous estimons que *xià* ici se réfère au plus fin découpage (la plus petite part), qui correspond au plus grand dénominateur.

120
—

以 一 為 六，
yǐ yī wéi liù
 pour {1} faire {6}

on prend 6 pour unifier^a,

a. Ici le numéral *yī* {1} a un usage décrit dans la section 2-2-2 que l'on rend par le verbe « unifier » ; il s'agit d'annoncer le dénominateur commun 6 qui permet d'homogénéiser les fractions.

即 因而 六 人
jí yīn ér liù rén
 alors multiplier par {6} personne

alors on multiplie par 6 le nombre des personnes^a

a. Le texte dit simplement « multiplier par 6 les personnes » mais il s'agit bien de multiplier le nombre 5 posé sur la surface de calcul au titre des personnes entre qui s'effectue le partage.

以 為 法，
yǐ wéi fǎ
 pour faire diviseur

pour former le diviseur^a,

a. Le diviseur est donc $6 \times 5 = 30$.

亦 六 錢
yì liù qián
 de même {6} *qián*

de même on multiplie par 6 le nombre de *qián*

以 為 實。
yǐ wéi shí
 pour faire dividende

pour faire le dividende^a.

a. On effectue $(7 + 1/2 + 1/3) \times 6$ ce qui donne le dividende 47 qui, divisé par 30, donne bien le résultat annoncé 1 *qián* et 17/30 de *qián*.

又 曰：
yòu yuē
 et dire

On dit aussi^a :

a. Le traitement de la situation de partage étant achevé vient ici l'énoncé d'une procédure générale concernant la réduction au même dénominateur d'une somme de fractions : pour former le dénominateur commun, on multiplie entre eux les dénominateurs présents. Le texte reprend quasiment à l'identique ce qui avait déjà été écrit dans le début de la section.

母 乘 母 為 法，
mǔ chéng mǔ wéi fǎ
 dénominateur multiplier dénominateur faire diviseur

Les dénominateurs se multiplient pour former le diviseur,

子 羨 乘 母/•24/
zǐ xiàn chéng mǔ
 dénominateur en biais multiplier dénominateur

chaque numérateur multiplie le dénominateur de l'autre fraction

/25•/ 為 實， 實 如 而 一。
wéi shí shí rú ér yī
 faire dividende dividende comme TOP {1}

pour faire le dividende, qui se divise par le diviseur.

其 一 曰： 可 十、 十，
qí yī yuē kě shí shí
 3POSS {1} dire pouvoir {10} {10}

Un autre énoncé stipule^a : Si on peut décupler on décuple,

a. Vient ici un dernier énoncé général pour la réduction au même dénominateur d'une somme de fractions : on cherche à former des multiples communs des dénominateurs en présence sans les multiplier directement entre eux. Cela reprend ce qui avait déjà été écrit au début de la section.

可 九、 九, 可 八、 八,
kě jiǔ jiǔ kě bā bā
 pouvoir {9} {9} pouvoir {8} {8}
si on peut nonupler on nonuple, si on peut octupler on octuple,

可 七、 七, 可 六、 六,
kě qī qī kě liù liù
 pouvoir {7} {7} pouvoir {6} {6}
si on peut septupler on septuple, si on peut sextupler on sextuple,

可 五、 五,
kě wǔ wǔ
 pouvoir {5} {5}
si on peut quintupler on quintuple,

可 四、 四,
kě sì sì
 pouvoir {4} {4}
si on peut quadrupler on quadruple,

122
—

可 三、 三, 可 倍、 倍。
kě sān sān kě bèi bèi
 pouvoir {3} {3} pouvoir doubler doubler
si on peut tripler on triple, si on peut doubler on double.

母 相類 止,
mǔ xiāng lèi zhǐ
 dénominateur identiques arrêter
On s'arrête quand des dénominateurs deviennent égaux,

子 相 從。 /•25/
zǐ xiāng cóng
 numérateur l'un l'autre ajouter
les numérateurs s'ajoutent entre eux.

Le texte de cette section expose comment additionner des fractions. Si les dénominateurs sont égaux, alors on ajoute les numérateurs : $a/c + b/c = (a + b)/c$. Mais si les dénominateurs sont différents, alors il faut d'abord réduire à un dénominateur commun. Deux méthodes sont proposées : soit on multiplie entre eux les dénominateurs des fractions, soit on en cherche

un multiple commun plus petit que leur produit. Deux formulations quasiment identiques de chacune des deux approches sont données au début et à la fin du texte.

Deux exemples numériques sont insérés dans le cours du texte : le premier est le calcul de la somme $2/5 + 3/6 + 8/10 + 7/12 + 2/3$ de cinq fractions, le deuxième est le calcul de la somme $7 + 1/3 + 1/2$ d'un entier et de deux fractions (cette somme est de plus divisée en 5 parts égales, ce qui anticipe la problématique de la section suivante).

4-9. PARTAGE EN PARTS ÉGALES

/26•/	徑	分
	<i>jìng</i>	<i>fēn</i>
	direct	partager

Partage en parts égales^a

a. PENG Hao (2001, 48, note 1) ainsi que CHEMLA & GUO (2004, 942) s'accordent pour dire que *jìng fēn* 徑分 et *jīng fēn* 經分 désignent une catégorie de problèmes qui conduisent à la division d'une fraction par un nombre donné et correspondent à des partages en parts égales, une problématique connexe de celle du partage pondéré exposé dans la section 4-11.

徑	分
<i>jìng</i>	<i>fēn</i>
direct	partager

Un partage en parts égales

以	一	人	命	其	實。
<i>yǐ</i>	<i>yī</i>	<i>rén</i>	<i>mìng</i>	<i>qí</i>	<i>shí</i>
avec	{1}	personne	nommer	3POSS	dividende

affecte 1 personne au dividende [comme diviseur]^a.

a. L'expression « *yǐ ... mìng qí shí ...* » (avec ... nommer / dividende) est similaire à « *yǐ fā mìng fēn* » (avec / diviseur / nommer / fraction) qui signifie former une fraction *fēn* dont le dénominateur est un certain diviseur *fā*. Il s'agit donc ici d'affecter 1 personne comme diviseur d'un certain dividende.

故	曰，	五	人	分	三	又	半	少半，
<i>gù</i>	<i>yuē</i>	<i>wǔ</i>	<i>rén</i>	<i>fēn</i>	<i>sān</i>	<i>yòu</i>	<i>bàn</i>	<i>shǎobàn</i>
alors	dire	{5}	personne	partager	{3}	et	{1/2}	{1/3}

On affirme par conséquent que si 5 personnes partagent 3 et 1/2 et 1/3,

各	受	三十分	之	二十三。
<i>gè</i>	<i>shòu</i>	<i>sān shí fēn</i>	<i>zhī</i>	<i>èr shí sān</i>
chacun	recevoir	{3}{10}fēn	zhī	{2}{10}{3}

chacune reçoit 23/30.

其 術 曰：
qí shù yuē

3POSS procédure dire

Pour cela on procède comme suit :

下 有 少半，
xià yǒu shǎobàn

dessous avoir {1/3}

Le plus grand dénominateur étant 3,

以 一 為 六，
yǐ yī wéi liù

pour {1} faire {6}

on prend 6 pour unifier,

以 半 為 一[sic]^a， 以 少半 為 二， /●26/
yǐ bàn wéi yī yǐ shǎobàn wéi èr

avec {1/2} faire {1} avec {1/3} faire {2}

le demi devient 1 [recte : 3], le tiers devient 2^b,

a. On devrait avoir le caractère *sān* 三 {3}.

b. Le texte ne se préoccupe ici que de ce que deviennent les numérateurs des deux fractions initiales.

/27●/ 并 之 為 二十三，
bìng zhī wéi èrshí sān

grouper 3OBJ faire {2}{10}{3}

on les ajoute et obtient 23^a,

a. C'est la somme de ces numérateurs 3 et 2 avec 6 fois la partie entière 3 du montant qui est partagée.

即 置 一 數，

jí zhì yī shù

alors poser {1}^a nombre

on pose alors le nombre qui divise^b,

a. C'est-à-dire 5, le nombre de personnes. Le numéral {1} se comprend ici dans son acception figurée d'unificateur qui concrètement désigne un diviseur.

b. C'est 5, le nombre de personnes entre qui s'effectue le partage en parts égales.

因而 六 之 以 命 其 實。
yīn ér liù zhī yǐ mìng qí shí

multiplier par {6} 3OBJ pour nommer 3POSS bien

on le multiplie par 6 pour l'affecter au dividende [comme diviseur]^a.

a. On effectue ainsi le produit 5×6 qui donne le dénominateur 30 du montant $23/30$ qui revient à chacune des 5 personnes dans le cadre de ce partage égal.

又 曰, 術 曰:
yòu yuē shù yuē
 et dire procédure dire

On dit aussi que l'on procède comme suit^a :

a. La procédure énoncée ci-après ne donne qu'une étape du calcul si le montant à partager se réduit à la somme d'un entier et de la fraction 1/2 ; pour réduire le montant au même dénominateur il suffit bien de doubler à la fois le numérateur 1 de 1/2 et la partie entière de la somme. Mais la procédure ne donne qu'une étape du calcul dans les deux cas suivants, sauf à supposer qu'il n'y ait respectivement que des tiers et des quarts.

下 有 半, 因而 倍 之;
xià yǒu bàn yīn ér bèi zhī
 dessous avoir {1/2} multiplier par doubler 3OBJ

Si le plus grand dénominateur est 2, on double tout ;

下 有 三分, 因而 三 之;
xià yǒu sān fēn yīn ér sān zhī
 dessous avoir {3}fēn multiplier par {3} 3OBJ

si le plus grand dénominateur est 3, on multiplie tout par 3 ;

下 有 四分, 因而 四 之。/•27/
xià yǒu sì fēn yīn ér sì zhī
 dessous avoir {4}fēn multiplier par {4} 3OBJ

si le plus grand dénominateur est 4, on multiplie tout par 4.

La section commence par expliciter comment calculer le montant qui revient à chaque personne dans un partage en parts égales⁶. L'explicitation, voire la définition, consiste en une instruction abstraite écrite en jargon mathématique qui stipule d'affecter « une personne » comme diviseur du dividende qui est le résultat du partage ; concrètement il faut diviser le montant à partager par le nombre de personnes entre qui s'effectue ce partage. Le résultat n'est toutefois pas exprimé en en *qián*/personne, de fait le corpus ne conçoit pas de recourir à une telle unité quotient. La définition est illustrée par le déroulé des calculs pour partager la somme $3 + 1/2 + 1/3$ entre 5 personnes. Cela inclut la réduction au même dénominateur qui reproduit une partie de la section précédente.

La section s'achève avec une énumération non exhaustive présentant une méthode de réduction au même dénominateur, une méthode qui n'est cependant pertinente que dans quelques cas particuliers.

6. Le partage en parts égales se distingue du partage pondéré exposé dans la section 4-11.

4-10. RETRAIT D'OR

/28•/ 出 金
 chū *jīn*
 sortir or

Retrait d'or^a

a. Le titre évoque la situation qui sert de support, la problématique mathématique concerne la soustraction de deux fractions.

有 金 三 銖 九分 銖 五。
yǒu *jīn* *sān* *zhū* *jiǔ fēn* *zhū* *wǔ*
 avoir or {3} *zhū* {9}fēn *zhū* {5}

On dispose de 3 *zhū* et 5/9 de *zhū* d'or.

今 欲 出 其 七分 銖 六，
jīn *yù* *chū* *qí* *qī fēn* *zhū* *liù*
 actuel souhaiter sortir 3POSS {7}fēn *zhū* {6}

Considérons que l'on souhaite en retirer 6/7 de *zhū*,

問 餘 金 幾何。
wèn *yú* *jīn* *jǐhé*
 demander rester or combien

on demande combien il reste.

曰 餘 金 二 銖 六十三分 銖 四十四。
yuē *yú* *jīn* *èr* *zhū* *liù shí sān fēn* *zhū* *sì shí sì*
 dire rester or {2} *zhū* {6}{10}{3}fēn *zhū* {4}{10}{4}

On affirme qu'il reste 2 *zhū* et 44/63 de *zhū* d'or.

其 術 曰：
qí *shù* *yuē*
 3POSS procédure dire

Pour cela on procède comme suit :

母 相 乘/•28//29•/ 也 為 法，
mǔ *xiāng* *chéng* *yě* *wéi* *fǎ*
 dénominateur l'un l'autre multiplier TOP faire diviseur

Les dénominateurs se multiplient entre eux donnant le diviseur^a

a. On forme ainsi le diviseur $9 \times 7 = 63$.

子 互 乘 母
zǐ *bù* *chéng* *mǔ*
 numérateur en biais multiplier dénominateur
chaque numérateur multiplie le dénominateur de l'autre fraction

各 自 為 實，
gè *zì* *wéi* *shí*
 chacun soi-même faire dividende
formant chacun eux-mêmes les dividendes^a,

a. Les numérateurs 5 et 6 des fractions 5/9 et 6/7 donnent ainsi respectivement $5 \times 7 = 35$ et $6 \times 9 = 54$ qui sont les numérateurs des fractions réduites au même dénominateur 63.

以 出 除 焉， 餘 即 餘 也。
yǐ *chū* *chú* *yān* *yú* *jí* *yú* *yě*
 avec sortir retrancher de cela rester alors^a différence DECL
on en soustrait le retrait, ce qui reste est la différence^b.

a. On pourra se reporter à la section 2-1-7 pour une explication sur les usages de l'adverbe *jí* 即 en complément de la particule *yě* 也 dans les phrases attributives.

b. On devrait alors effectuer la soustraction $3 + 35/63 - 54/63$, et l'on constate que le déroulé des calculs a omis la transformation de la partie entière 3 en fraction. Mais la phrase suivante revient justement sur cette question.

●^a 以 九分 銖 乘 三 銖，
yǐ *jiǔ fēn* *zhū* *chéng* *sān* *zhū*
 avec {9}fēn zhū multiplier {3} zhū

On multiplie les 3 zhū par 1/9 de zhū,

a. Ce rond ● en début de phrase est une ponctuation qui signale une partie qui vient en commentaire du corps du texte.

與 小 五 相 除[sic]。/●29/
yǔ *xiǎo* *wǔ* *xiāng* *chú*
 avec petit {5} l'un l'autre retrancher

ce qui se soustrait du [recte : s'ajoute au] petit 5^a.

a. Cette phrase décrit la transformation de la somme $3 + 5/9$ en la fraction $(3 \times 9 + 5) / 9 = 32/9$. L'expression particulière « petit 5 » semble désigner le numérateur 5 de la fraction composée. On peut comparer avec le « petit 10 » sur la lamelle n° 166 qui, en revanche, ne désigne pas forcément un numérateur.

/30●/ 今 有 金 七分 銖 之 三，
jīn *yǒu* *jīn* *qī fēn* *zhū* *zhī* *sān*
 actuel avoir or {7}fēn zhū zhī {3}

Considérons 3/7 de zhū d'or.

益	之	幾何	而	為	九分	七?
<i>yì</i>	<i>zhī</i>	<i>jǐhé</i>	<i>ér</i>	<i>wéi</i>	<i>jiǔ fēn</i>	<i>qī</i>
ajouter	3OBJ	combien	CONJ ^a	faire	{9}fēn	{7}

Combien doit-on ajouter pour avoir 7/9 ?

a. On pourra se reporter à la section 2-1-4 pour une explication sur les usages de la particule *ér* et sur sa glose CONJ.

曰:	益	之	六十三分	銖	二十二。
<i>yuē</i>	<i>yì</i>	<i>zhī</i>	<i>liù shí sān fēn</i>	<i>zhū</i>	<i>èr shí èr</i>
dire	ajouter	3OBJ	{6}{10}{3}fēn	<i>zhū</i>	{2}{10}{2}

On affirme qu'il faut lui ajouter 22/63 de *zhū*.

●^a 術 曰:
shù *yuē*
procédure dire

On procède comme suit :

a. Le déroulé des instructions de calculs est précédé d'un rond ●, ce qui signale un complément par rapport au texte principal comme plus haut sur la lamelle n° 29.

母	相	乘	為	法,
<i>mǔ</i>	<i>xiāng</i>	<i>chéng</i>	<i>wéi</i>	<i>fǎ</i>
dénominateur	l'un l'autre	multiplier	faire	diviseur

Les dénominateurs se multiplient entre eux donnant le diviseur^a,

a. On forme ainsi le même diviseur $9 \times 7 = 63$ que dans la situation numérique précédente.

子	互	乘	母
<i>zǐ</i>	<i>hù</i>	<i>chéng</i>	<i>mǔ</i>
numérateur	en biais	multiplier	dénominateur

les numérateurs multiplient le dénominateur de l'autre fraction

各	自	為/●30//31●/	實,
<i>gè</i>	<i>zì</i>	<i>wéi</i>	<i>shí</i>
chacun	soi-même	faire	dividende

formant chacun eux-mêmes les dividendes^a,

a. Les numérateurs 3 et 7 des fractions 3/7 et 7/9 donnent ainsi respectivement $3 \times 9 = 27$ et $7 \times 7 = 49$ qui sont les numérateurs des fractions réduites au même dénominateur 63.

以	少	除	多,
<i>yǐ</i>	<i>shǎo</i>	<i>chú</i>	<i>duō</i>
avec	moindre	retrancher	nombreux

on retranche le plus petit du plus grand^a,

a. On effectue la soustraction $49 - 27 = 22$ ce qui conduit bien au résultat annoncé 22/63.

餘 即 益 也。 /●31/
yú jí yì yě
 rester alors ajout DECL
ce qui reste est ce que l'on doit ajouter.

Cette section débute par une situation de soustraction de fractions : on doit retrancher $6/7$ de $3 + 5/9$. La procédure propose d'abord de réduire les fractions $6/7$ et $5/9$ au même dénominateur $7 \times 9 = 63$ puis d'effectuer la soustraction. Mais un ajout textuel précise qu'il faut dans un premier temps réduire $3 + 5/9$ au dénominateur 9 (cela donne le quotient $32/9$) avant de passer à la réduction au dénominateur 63. Il est notable que $32/9$ ne soit pas énoncé ; de fait le corpus ne mentionne que des fractions qui ont un numérateur inférieur au dénominateur. Les fractions « impropres », comme $32/9$, qui interviennent au fil des calculs ne sont pas énoncées, ou seulement inférées en parlant d'une division, ou d'un dividende *shí* associé à un diviseur *fǎ*, jamais d'un numérateur *zǐ* ni d'un dénominateur *mǔ*.

La section se poursuit en introduisant une variation dans la problématique. La première situation de soustraction $a - b = c$ supposait connues les quantités a et b et se proposait de déterminer leur différence c . La deuxième situation donne en revanche les valeurs de a et de c et demande celle qu'il faudrait attribuer à b qui ajouté à c donnerait a . Finalement on doit encore effectuer une soustraction puisque les égalités $a + c = b$ et $a - b = c$ sont équivalentes. Ce jeu de permutations évoque les « problèmes avec variations », qui constituent une caractéristique de la didactique chinoise des mathématiques bien décrite par Maria Giuseppina Bartolini Bussi *et al.* (2011).

4-11. ACHAT DE BOIS EN COMMUN

/32●/ 共 買 材
gòng mǎi cái
 en commun acheter bois

Achat de bois en commun

三 人 共 材 以 買。
sān rén gòng cái yǐ gǎi
 {3} personne en commun^a bois pour acquérir

Trois personnes achètent ensemble un stock de bois.

a. Nous continuons à gloser « en commun » comme pour l'occurrence dans le titre, mais il est clair que *gòng* 共 devant le nom *cái* 材 (bois) a une fonction de verbe transitif : il est donc question de « mettre le bois en commun » pour l'acheter ensemble.

一 人 出 五 錢，
yī rén chū wǔ qián
{1} personne sortir {5} qián

L'une verse 5 qián,

一 人 出 三，
yī rén chū sān
{1} personne sortir {3}

l'une verse 3,

一 人 出 二 錢。
yī rén chū èr qián
{1} personne sortir {2} qián

l'une verse 2 qián.

● 今 有 盈 四 錢
jīn yǒu yíng sì qián
actuel avoir excédent {4} qián

Considérons un gain de 4 qián que

欲 以 錢 數 衰 分 之。
yù yǐ qián shù cuī fēn zhī
souhaiter avec qián nombre réduire fraction 3OBJ

l'on souhaite partager selon les montants versées^a.

a. D'après PENG Hao (2001, 51, note 5) le terme *cuī* 衰 désigne des coefficients de pondération et l'expression *cuī fēn* 衰分 signifie un partage selon des coefficients de pondération ; cela fait écho au partage en parts égales de la section 4-9. La problématique des partages pondérés se retrouve dans les *Neuf Chapitres*, voir par exemple CHEMLA & GUO (2004, 913-914).

出 五 者 得 二 錢，
chū wǔ zhě dé èr qián
sortir {5} NMLZ obtenir {2} qián

Celle qui a versé 5 obtient 2 qián,

出 三 者 /•32//33•/ 得 一 錢 五分 錢 一，
chū sān zhě dé yī qián wǔ fēn qián yī
sortir {3} NMLZ obtenir {1} qián {5}fēn qián {1}

celle qui a versé 3 obtient 1 qián et 1/5 de qián,

出 二 者 得 五 分 錢 四。
chū èr zhě dé wǔ fēn qián sì
 sortir {2} NMLZ obtenir {5} *fēn* *qián* {4}
celle qui a versé 3 obtient 4/5 de *qián*.

術 曰：
shù yuē
 procédure dire
On procède comme suit :

并 三 人 出 錢 數 以 為 法，
bìng sān rén chū qián shù yǐ wéi fǎ
 grouper {3} personne sortir *qián* nombre pour faire diviseur
On additionne les montants versés par les trois personnes pour faire le diviseur,

即
jí
 alors
alors

以 四 錢 各 乘 所 出 錢 數，
yǐ sì qián gè chéng suǒ chū qián shù
 avec {4} *qián* chacun multiplier ce que sortir *qián* nombre
on multiplie par 4 chacun des montants versés,

如 法 得 一 錢。 /•33/
rú fǎ dé yī qián
 comme diviseur obtenir {1}^a *qián*^b
on effectue la division qui donne les nombres de *qián*.

a. Ici le numéral {1} appartient à l'expression de la division.

b. Le terme *qián* dans cette position précise l'unité affectée au résultat de la division : *qián* tout court et non « *qián* par personne ».

Cette section expose la redistribution d'une plus-value de 4 *qián* sur la revente d'un stock de bois initialement acheté pour 10 *qián* par 3 personnes qui avaient déboursé respectivement 5, 3 et 2 *qián*. Le partage étant proportionnel aux montants investis, on obtient des bénéfices respectifs en *qián* qui s'élèvent à $4 \times 5/10 = 2$; $4 \times 3/10 = 1 + 1/5$; $4 \times 2/10 = 4/5$.

4-12. UN RENARD PASSE LA DOUANE

/34•/ 狐 出 關
hú chū guān
renard sortir douane

Un renard passe la douane

狐、 狸、 犬 出 關
hú lí quǎn chū guān
renard chat sauvage chien sortir douane

Un renard, un chat sauvage et un chien qui passent la douane

租 百一十一 錢。
zū bǎi yī shí yī qián
taxe $\{10^2\}\{1\}\{10\}\{1\}$ *qián*
versent une taxe de 111 *qián*.

犬 謂 狸、 狸 謂 狐、
quǎn wèi lí lí wèi hú
chien dire chat sauvage chat sauvage dire renard

Le chien dit au chat et le chat dit au renard :

爾 皮 倍 我，
ěr pí bèi wǒ
2POSS^a peau doubler 1POSS^b

Ta peau valant le double de la mienne,

a. Il s'agit d'un pronom de la deuxième personne que l'on pourrait coder avec 2. Comme le pronom ici a une valeur de possessif, nous préférons 2POSS simplement pour éviter la confusion avec les numéraux.

b. De même, il s'agit d'un pronom de la première personne utilisé ici comme possessif.

出 關 當 倍 哉！
chū guān dāng bèi zāi
sortir douane falloir doubler DECL
tu dois être taxé deux fois plus !

問 出 各 幾何。 得 曰：
wèn chū gè jǐhé dé yuē
demander sortir chacun combien obtenir dire

On demande combien verse chacun. La réponse est :

犬 出 十五 錢 七分 六, /•34/

quǎn chū shí wǔ qián qī fēn liù

chien sortir {10}{5} *qián* {7}{fēn} {6}

Le chien verse 15 *qián* et 6/7,

/35•/ 狸 出 三十一 錢 分 五,

lí chū sān shí yī qián fēn wǔ

chat sauvage sortir {3}{10}{1} *qián* part^a {5}

le chat sauvage verse 31 *qián* et 5/[7],

a. Le calcul conduit à 31 *qián* et 5/7 de *qián*, la fraction 5/7 a le même dénominateur 7 que la fraction incluse dans le montant correspondant à la peau de chien et ce dénominateur n'est pas répété dans le texte.

狐 出 六十三 錢 分 三。

hú chū liù shí sān qián fēn sān

renard sortir {6}{10}{3} *qián* part^a {3}

le renard verse 63 *qián* et 3/[7].

a. Ici encore le texte omet de dire le dénominateur 7.

術 曰:

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

令 各 相 倍 也,

lìng gè xiāng bèi yě

CAUS chacun l'un l'autre doubler DECL

On fait que chacun soit respectivement doublé,

a. On a 1 qui est doublé donnant 2 qui est à son tour doublé donnant 4.

并 之, 七 為 法,

bìng zhī qī wéi fǎ

grouper 3OBJ {7} faire diviseur

on les^a ajoute ce qui donne 7 qui sert de diviseur,

a. Les trois nombres 1, 2 et 4

以 租 各 乘 之 為 實,

yǐ zū gè chéng zhī wéi shí

avec taxe chacun multiplier 3OBJ faire dividende

on les multiplie chacun par la taxe ce qui donne les dividendes,

實 如 法 得 一。 /•35/
shí rú fǎ dé yī
 dividende comme diviseur obtenir {1}
on effectue les divisions.

Le déroulé établit d'abord que les montants dus pour les peaux de chien, de chat sauvage et de renard sont les trois termes consécutifs 1, 2 et 4 d'une suite géométrique de raison 2. Le texte indique ensuite qu'il faut multiplier la taxe totale de 111 *qián* respectivement par ces trois entiers, puis diviser ces trois produits par la somme $1 + 2 + 4 = 7$. Nous vérifions que cela donne bien les trois résultats annoncés avant la résolution.

4-13. PEaux DE RENARD

/36•/ 狐 皮
hú pí
 renard peau

Peaux de renard

134

狐 皮 三十五 裁、
hú pí sān shí wǔ cái
 renard peau {3}{10}{5} coupe
35 coupes de peaux de renard,

狸 皮 二十五 裁、
lí pí èr shí wǔ cái
 chat sauvage peau {2}{10}{5} coupe
25 coupes de peaux de chat sauvage,

犬 皮 十五 裁 偕 出 關、
quǎn pí shí èr cái xié chū guān
 chien peau {10}{2} coupe ensemble sortir douane
12 coupes de peaux de chien passent ensemble la douane,

關 并 租 二十五 錢、
guān bìng zū èr shí wǔ qián
 douane grouper taxe {2}{10}{5} *qián*
la douane taxe globalement 25 *qián*,

問 各 出 幾何。 得 曰：
wèn gè chū jǐhé dé yuē
 demander chacun sortir combien obtenir dire

on demande combien chacun verse. La réponse est :

狐 出 十二 七十二分 十一，
bú chū shí èr qī shí èr fēn shí yī
 renard sortir {10}{2} {7}{10}{2} {10}{1}

Pour le renard on verse 12 et 11/72,

狸 出 八 分 四十/•36//37•/九，
lí chū bā fēn sì shí jiǔ
 chat sauvage sortir {8} part^a {4}{10}{9}

pour le chat sauvage on verse 8 et 49/[72],

a. Le dénominateur 72 est le même que dans le montant correspondant au renard et il n'est pas répété.

犬 出 四 分 十二。
quǎn chū sì fēn shí èr
 chien sortir {4} part^a {10}{2}

pour le chien on verse 4 et 12/[72].

a. Le dénominateur 72 est à nouveau sous-entendu.

術： 并 賈 為 法，
shù bìng jiǎ wéi fǎ
 procédure grouper acquérir faire diviseur

Procédure : On groupe les acquisitions^a pour faire le diviseur,

a. On ajoute 35 peaux de renard, 25 peaux de chat sauvage et 12 peaux de chien, ce qui donne 72 peaux.

以 租 各 乘 賈 為 實。 /•37/
yǐ zū gè chéng jiǎ wéi shí
 avec taxe chacun multiplier acquérir faire numérateur
on multiplie chaque acquisition par la taxe pour faire les numérateurs.

Ce texte présuppose sans l'expliciter que la taxe douanière est la même pour les 72 peaux qu'elles soient de renard (35 coupes), de chat sauvage (25 coupes) ou de chien (12 coupes). La procédure indique d'abord qu'il faut calculer le nombre total $35 + 25 + 12 = 72$ de peaux qui est qualifié de diviseur. Ensuite on doit multiplier la taxe de 25 *qián* respectivement par 35, 25 et 12, ce qui donne trois dividendes. Le texte ne précise pas qu'il faut finalement effectuer les trois divisions qui, nous le vérifions, donnent bien les trois résultats annoncés.

La section précédente considérait un même nombre de peaux de chaque sorte, mais les valeurs des peaux et les montants de taxation différaient. Ici la valeur est la même, et ce sont les nombres de peaux qui diffèrent. Les deux sections se font ainsi écho formant deux « problèmes avec variations », comme nous l'avions déjà observé dans la section 4-11.

4-14. PAIEMENT EN MILLET DÉCORTIQUÉ

/38•/ 負 米
fù *mǐ*
payer^a millet décortiqué

Paiement en millet décortiqué

a. Nous suivons HONG Wann-Sheng (2006, 9) qui considère que *fù* 負 indique ici une somme due. Dans d'autres contextes, ce terme signifie « porter sur le dos ».

人 負
rén *fù*
personne payer

Quelqu'un paie

米 不 知 其 數
mǐ *bù* *zhī* *qí* *shù*
millet décortiqué NEG savoir 3POSS nombre
une quantité inconnue de millet décortiqué

以 出 關。
yǐ *chū* *guān*
pour sortir douane
pour passer des postes de douane.

關 [三]^a 三 稅 之 一。
guān [*sān*] *sān* *shuì* *zhī* *yī*
douane [{3}] {3} imposer *zhī* {1}

Il y a [trois] postes de douane qui imposent au tiers^b.

a. PENG Hao (2001, 55, note 1) explique que le copiste aurait omis un signe de redoublement après le caractère *sān* 三 {3}. Effectivement la suite montre qu'il faut considérer l'occurrence de *sān* 三 comme le nombre de postes de douane et aussi comme le dénominateur de la fraction d'imposition.

b. {3} *shuì zhī* {1} avec *shuì* « imposer, impôt » est l'expression d'une fraction, soit « 1/3 d'imposition » ou « imposition au tiers ».

關 已 出, 餘 米 一 斗。
guān yǐ chū yú mǐ yī dòu
 douane achever sortir rester millet décortiqué {1} *dòu*
Après le passage des douanes, il reste 1 *dòu* de millet décortiqué.

問
wèn
 demander
On demande

始 行 齋 米 幾 何。
shǐ xíng jiā mǐ jǐ hé
 commencer avancer tenir en main millet décortiqué combien
combien on possédait de millet décortiqué au début du voyage.

得 曰: 齋
dé yuē jiā
 obtenir dire tenir en main
La réponse s'énonce ainsi : La personne possédait

米 三 斗 三 升 四分 三。
mǐ sān dòu sān shēng sì fēn sān
 millet décortiqué {3} *dòu* {3} *shēng* {4} *fēn* {3}
3 *dòu* et 3 *shēng* et 3/4 de *shēng* de millet décortiqué.

術 曰: /●38//39●/ 置 一 關 而
shù yuē zhì yī guān ér
 procédure dire poser {1} douane CONJ
On procède comme suit : On pose 1 poste de douane que

三 倍 為 法,
sān bèi wéi fǎ
 {3} doubler faire diviseur
l'on double trois fois ce qui donne le diviseur^a,

a. Le diviseur est donc $1 \times 2 \times 2 \times 2 = 8$, mais on le voit plus loin, à ce nombre 8 est affecté *postes de douane* comme ailleurs on affecte une unité de mesure.

又 置 米 一 斗 而 三 之,
yòu zhì mǐ yī dòu ér sān zhī
 et poser millet décortiqué {1} *dòu* CONJ {3} 3OBJ
puis on pose 1 *dòu* de millet décortiqué et on le triple,

又 三^a 倍 之,
yòu sān bèi zhī
et {3} doubler 3OBJ

on le triple encore deux fois^b,

a. Le texte original comporte en fait 叁 pour le numéral *sān* {3} ; cette graphie particulière est utilisée à la place du caractère 三 généralement par volonté de surprécision et pour éliminer un risque de confusion. Cela pourrait être corrélé à la présence de *bèi* 倍 « double » juste en dessous sur la lamelle.

b. Le texte demande ainsi d'effectuer $1 \text{ dòu} \times 3 \times 3 \times 3 = 27 \text{ dòu}$ qui servira de dividende du nombre de postes de douane.

而 關 數 焉 為 實。/●39/
ér guān shù yān wéi shí
CONJ douane nombre de cela faire dividende

ce qui donne le dividende du nombre des douanes^a.

a. Il s'agit du diviseur 8 auquel les auteurs estimaient nécessaire d'affecter une « unité » *poste de douane*.

À chaque poste de douane la quantité de millet est réduite du tiers pour régler une taxe de passage, il reste donc $2/3$ de ce que l'on transportait avant le passage. Ce qui revient à dire, en inversant l'opération, qu'avant chaque prélèvement, on avait $3/2$ de ce qu'il reste après le prélèvement. Le texte considère le passage de 3 postes de douane et propose d'abord de calculer au titre des postes de douane $1 \times 2 \times 2 \times 2 = 8$ qui servira de diviseur, puis de calculer $1 \text{ dòu} \times 3 \times 3 \times 3 = 27 \text{ dòu}$ qui sera le dividende. Cette section manipule de la sorte une suite géométrique de raison $3/2$. On en calcule le troisième terme (la quantité initiale de millet décortiqué) connaissant le premier terme (la quantité restante après le passage de 3 postes de douane).

Il nous reste à effectuer la division $27 \text{ dòu} \div 8$ ce qui donne $3 + 3/8 \text{ dòu}$, puis à convertir $3/8$ de *dòu* en $30/8$ de *shēng*, ce qui donne 3 shēng et $3/4$ de *shēng*, pour finalement vérifier le résultat annoncé 3 dòu 3 shēng et $3/4$ de *shēng*.

La section suivante considère aussi une suite géométrique dont on connaît la raison et la somme de cinq termes consécutifs.

4-15. LE TISSAGE D'UNE FEMME

/40●/ 女 織
nǚ zhī
femme tisser

Le tissage d'une femme

鄰里 有 女 惡 自 喜 也。

lín lǐ yǒu nǚ wù zì xǐ yě

voisinage avoir femme craindre soi-même réjouir DECL

Une femme du voisinage se garde de l'autosatisfaction^a.

a. L'interprétation syntaxique et sémantique de la séquence *wù zì xǐ* ne fait pas l'unanimité. Ce que l'on comprend dans la suite est que la tisserande augmente sa production tous les jours. La phrase d'introduction signifie soit qu'elle est contente de cette augmentation, soit qu'elle serait insatisfaite de ne pas faire chaque jour mieux que la veille : DAUBEN (2008, 117-118) traduit par « *displeased with herself, but happy that* » ; ŌKAWA *et al.* (2006, 57) comprend *abhorre l'autosatisfaction* (*tǎoyàn zì mǎn* 討厭自滿), HU Yitao (2006, 27) comprend *exceller à* (*shàncháng* 擅長).

織 曰：

zhī yuē

tisser dire

Son tissage se déroule comme suit :

自 再 五 日 織 五 尺。

zì zài wǔ rì zhī wǔ chǐ

soi-même doubler {5} jour tisser {5} *chǐ*

En doublant sa propre production^a, en cinq jours elle tisse 5 *chǐ*^b.

a. La suite permet de comprendre plus précisément qu'à partir du deuxième jour, la production d'une journée est le double de celle du jour précédent.
b. Soit environ 1,15 m.

問

wèn

demander

On demande

始 織 日 及 其 次 各 幾 何。

shǐ zhī rì jí qí cì gè jǐ hé

commencer tisser jour et 3POSS suivant chacun combien

ce qui est tissé respectivement le premier jour et les suivants.

曰：

yuē

dire

La réponse est :

始 織 一 寸 六十二分 三十八，
shǐ zhī yī cùn liù shí èr fēn sān shí bā
commencer tisser {1} cùn {6}{10}{2}fēn {3}{10}{8}

Le premier jour est tissé 1 cùn et 38/62,

次 三 寸 六十/•40//41•/二分 寸 十四，
cì sān cùn liù shí èr fēn cùn shí sì
suivant {3} cùn {6}{10}{2}fēn cùn {10}{4}

le suivant c'est 3 cùn et 14/62 de cùn,

次 六 寸 六十二分 寸 二十八，
cì liù cùn liù shí èr fēn cùn èr shí bā
suivant {6} cùn {6}{10}{2}fēn cùn {2}{10}{8}

le suivant c'est 6 cùn et 28/62 de cùn,

次 尺 二 寸 六十二分 寸 五十六，
cì chǐ èr cùn shí èr fēn cùn wǔ shí liù
suivant chǐ {2} cùn {6}{10}{2}fēn cùn {5}{10}{6}

le suivant c'est 1 chǐ et 2 cùn et 56/62 de cùn,

140

次 二 尺 五 寸 六十二分 寸 五十。
cì èr chǐ wǔ cùn shí èr fēn cùn wǔ shí
suivant {2} chǐ {5} cùn {6}{10}{2}fēn cùn {5}{10}

le suivant c'est 2 chǐ et 5 cùn et 50/62 de cùn.

術 曰：
shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

置 二、 置 四、 置 八、 置 十六、 /•41/
zhì èr zhì sì zhì bā zhì shí liù
poser {2} poser {4} poser {8} poser {10}{6}

On pose 2, on pose 4, on pose 8, on pose 16,

/42•/ 置 三十二， 并 以 為 法，
zhì sān shí èr bìng yǐ wéi fǎ
poser {3}{10}{2} grouper pour faire diviseur

et on pose 32 que l'on ajoute pour faire le diviseur^a,

a. On pose sur la surface de calcul des bâtonnets pour représenter la suite 2, 4, 8, 16 et 32. La somme de ces cinq nombres est 62 qui servira de diviseur.

以 五 尺 遍 乘 之
yǐ wǔ chǐ biàn chéng zhī
 avec {5} *chǐ* partout multiplier 3OBJ
on les multiplie tous par 5 *chǐ*

各 自 為 實，
gè zì wéi shí
 chacun soi-même faire dividende
ce qui donne les dividendes respectifs^a,

a. La suite représentée sur la surface de calcul devient ainsi 10, 20, 40, 80 et 160, nombres auxquels a été affectée l'unité *chǐ*.

實 如 法 得 尺。
shí rú fǎ dé chǐ
 dividende comme diviseur obtenir *chǐ*
on effectue les divisions ce qui donne les *chǐ*.

不 盈 尺 者， 十 之，
bù yíng chǐ zhě shí zhī
 NEG excéder *chǐ* NMLZ {10} 3OBJ
Quand le reste est plus petit que 1 *chǐ*, on décuple,

如 法 一 寸。
rú fǎ yī cùn
 comme diviseur {1} *cùn*
et on effectue les divisions pour obtenir les *cùn*.

a. Le texte propose ainsi de ne pas s'arrêter à un résultat avec un nombre entier de *chǐ* et une fraction de *chǐ*, mais de transformer cette fraction de *chǐ* en un nombre entier de *cùn* et une fraction de *cùn*. Rappelons que 1 *chǐ* fait 10 *cùn*.

不 盈 寸 者，
bù yíng cùn zhě
 NEG excéder *cùn* NMLZ
Quand le reste est plus petit que 1 *cùn*,

以 法 命 分。 /•42/
yǐ fǎ mìng fēn
 avec diviseur nommer fraction

et on en fait une fraction dont le dénominateur est le diviseur^a.

a. C'est-à-dire qu'à l'issue de la division, on forme une fraction avec le reste comme numérateur et le diviseur comme dénominateur.

Pour modéliser la production d’une tisserande qui tous les jours produit le double du jour précédent, le texte introduit la suite de doubles 2, 4, 8, 16, 32 que nous appelons aujourd’hui une suite géométrique de raison 2. La production totale sur 5 jours est connue, elle s’élève à 5 *chĩ* de tissu (soit environ 1,15 m). On cherche la production de chacun des cinq jours.

Le texte propose d’abord de sommer les cinq termes de la suite ce qui donne $2 + 4 + 8 + 16 + 32 = 62$ qui servira à diviser les cinq dividendes que sont les produits de la production de 5 *chĩ* par les cinq termes de la suite. Si nous effectuons les calculs indiqués et les conversions en *cùn* et fractions de *cùn* (sachant que 1 *chĩ* = 10 *cùn*), alors nous trouvons bien les résultats annoncés :

Production du premier jour :	$5 \text{ chĩ} \times 2 \div 62 = 10/62 \text{ chĩ} = 100/62 \text{ cùn}$ = 1 <i>cùn</i> et 38/62 de <i>cùn</i> ;
Production du deuxième jour :	$5 \text{ chĩ} \times 4 \div 62 = 20/62 \text{ chĩ} = 200/62 \text{ cùn}$ = 3 <i>cùn</i> et 14/62 de <i>cùn</i> ;
Production du troisième jour :	$5 \text{ chĩ} \times 8 \div 62 = 40/62 \text{ chĩ} = 400/62 \text{ cùn}$ = 6 <i>cùn</i> et 28/62 de <i>cùn</i> ;
Production du quatrième jour :	$5 \text{ chĩ} \times 16 \div 62 = 80/62 \text{ chĩ} = 1 \text{ chĩ}$ et 18/62 <i>chĩ</i> = 1 <i>chĩ</i> et 180/62 de <i>cùn</i> = 1 <i>chĩ</i> et 2 <i>cùn</i> et 56/62 de <i>cùn</i> ;
Production du cinquième jour :	$5 \text{ chĩ} \times 32 \div 62 = 160/62 \text{ chĩ} = 2 \text{ chĩ}$ et 36/62 de <i>chĩ</i> = 2 <i>chĩ</i> et 360/62 de <i>cùn</i> = 2 <i>chĩ</i> et 5 <i>cùn</i> et 50/62 de <i>cùn</i>

142

C’est la résolution proposée par le texte qui recourt à cinq calculs en parallèle sur la surface de travail. Pour cette même approche, d’autres choix numériques auraient été possibles, on aurait pu s’appuyer par exemple sur les suites de termes 1, 2, 4, 8, 16 ou 4, 8, 16, 32, 64. Une approche alternative aurait consisté à calculer d’abord la production du premier jour puis de la multiplier par 2 pour obtenir celle du deuxième jour et ainsi de suite, voire de calculer la production du cinquième jour puis la diviser par 2 pour avoir celle du quatrième jour et ainsi de suite.

4-16. TAXE GLOBALE

/43./ 并 租
 bìng *zū*
 grouper taxe
Taxe globale

禾 三 步 一 斗，
hé sān bù yī dòu
 millet non égrené {3} bù {1} dòu
3 bù [carrés] de millet non égrené sont taxés 1 dòu,

麥 四 步 一 斗，
mài sì bù yī dòu
 blé {4} bù {1} dòu
4 bù [carrés] de blé sont taxés 1 dòu,

荅 五 步 一 斗。
dá wǔ bù yī dòu
 pois rouges {5} bù {1} dòu
5 bù [carrés] de pois rouges sont taxés 1 dòu.

今 并 之 租 一 石。
jīn bìng zhī zū yī shí
 actuel grouper 3OBJ taxe {1} shí
Considérons qu'on les ajoute donnant une taxe de 1 shí.

問 租 幾何。
wèn zū jǐhé
 demander taxer combien
On demande à combien s'élèvent les taxes.

得 曰：
dé yuē
 obtenir dire
Les résultats sont :

禾 租 四 斗 四十七分 十二，
hé zū sì dòu sì shí qī fēn shí èr
 millet non égrené taxer {4} dòu {4}{10}{7}fēn {10}{2}
La taxe sur le millet non égrené s'élève à 4 dòu et 12/47,

麥 租 三 斗 分 九， /•43/
mài zū sān dòu fēn jiǔ
 blé taxer {3} dòu part^a {9}
la taxe sur le blé s'élève à 3 dòu et 9/[47],

a. L'expression de la fraction 9/47 ne mentionne pas le dénominateur 47 qui est le même que celui de la fraction 12/47 qui précède, dans la taxe du millet.

/44•/ 荅 租 二 斗 分 二十六。
dá zū èr dòu fēn èr shí liù
 pois rouges taxer {2} dòu part^a {2}{10}{6}

la taxe sur les pois rouges s'élève à 2 dòu et 26/[47].

a. Ici encore, l'expression de la fraction 26/47 omet le dénominateur 47.

術 曰：
shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

置 禾 三 步、
zhì hé sān bù
 poser millet non égrené {3} bù

On pose^a 3 bù [carrés] pour le millet non égrené,

a. On représente les entiers 3, 4 et 5 sur la surface de calcul avec des bâtonnets, respectivement pour le millet, le blé et les pois rouges.

麥^a 四 步、
mài sì bù
 blé {4} bù

4 bù [carrés] pour le blé,

a. WENWU (2000), WENWU (2001, 255) et PENG Hao (2001, 44, note 7), voyaient une coquille dans l'original avec un caractère *li* 吏 (officier) écrit à la place de *mài* 麥 (blé). Mais GUO Lihua & ZHANG Xiancheng (2015) revenant sur les photographies des lamelles constatent que, même si la partie droite du caractère est effacée, il n'y a pourtant pas de coquille et que c'est bien *mài* 麥 (blé) qui est écrit.

荅 五 步。 令
dá wǔ bù lìng
 pois rouges {5} bù CAUS

5 bù [carrés] pour les pois rouges. On fait en sorte que

禾 乘 麥 為 荅 實，
hé chéng mài wéi dá shí
 millet non égrené multiplier blé faire pois rouges dividende

le millet multiplie le blé pour faire le dividende des pois rouges^a,

a. Il s'agit ici d'une instruction pour calculer des numérateurs dans le cadre de la réduction au même dénominateur de trois fractions unitaires (de numérateurs égaux à 1).

荅 乘 禾 為 麥 實。
dá chéng hé wéi mài shí
 pois rouges multiplier millet non égrené faire blé dividende

les pois rouges multiplient le millet pour faire le dividende du blé^a.

a. On peut se référer à la note précédente. Remarquons que le texte omet l'instruction concernant le dividende du millet.

各 異^a/●44//45●/ 置 之。
gè yì zhì zhī
 chacun autre poser 3OBJ

On pose chacun d'entre eux une nouvelle fois^b.

a. Le caractère est à peine lisible sur la lamelle de bambou, PENG Hao (2001, 59, note 9) propose *yì* 異 (autre, différent).

b. Il doit s'agir de poser sur la surface de calcul les dividendes 20, 15 et 12 respectivement pour le millet en panicules, le blé et les pois rouges.

以 一 石 各 乘 之。 并
yǐ yī shí gè chéng zhī bìng
 avec {1} *shí* chacun multiplier 3OBJ grouper

On les multiplie chacun par 1 *shí*. On ajoute

a. En d'autres termes on leur affecte l'unité *shí*.

145

禾、 荅、 麥 實^a,
hé dá mài shí
 millet non égrené pois rouges blé dividende

les dividendes du millet non égrené, des pois rouges et du blé^b,

a. Les cinq caractères *bìng hé dá mài shí* 并禾荅麥實 se devinent sur la lamelle, et c'est bien ainsi que transcrivent ŌKAWA *et al.* (2006, 60). Pourtant PENG Hao (2001, 58 59) et WENWU (2001, 255) écrivent *hé dá mài wéi* 禾荅麥為實, c'est-à-dire que la séquence *hé dá mài* 禾荅麥 est décalée, que le caractère *bìng* 并 placé avant est oublié, et qu'un caractère *wéi* 為 est ajouté après ; il nous semble impossible de suivre cette interprétation.

b. Le texte parle de « dividende » en anticipant sur l'étape suivante où les trois nombres interviendront comme tels dans des divisions. Les termes « millet non égrené », « pois rouges » et « blé » désignent respectivement les nombres 20, 15 et 12 désormais représentés aux emplacements où se trouvaient initialement 3, 4 et 5 posés respectivement au titre des mêmes trois denrées dans le même ordre.

四十七 為 法 而 一 斗。 /●45/
sì shí qī wéi fǎ ér yī dòu
 {4}{10}{7} faire diviseur TOP {1} *dòu*

cela donne 47 qui est le diviseur qui divise les *dòu*.

Ce texte repose sur une situation d'imposition de trois produits agricoles : le millet en panicules (non égrené) taxé 1 *dou* pour 3 *bû*², soit 1/3 de *dou* par *bû*²; le blé taxé 1 *dou* pour 4 *bû*², soit 1/4 de *dou* par *bû*²; les pois rouges taxés 1 *dou* pour 5 *bû*², soit 1/5 de *dou* par *bû*².

Une taxe globale de 1 *shí* = 10 *dou* est prélevée, et on demande ce qui est versé respectivement au titre de chacune des trois denrées.

Remarquons tout d'abord que les résultats annoncés divisés par les taux d'imposition donnent tous les trois 600/47 *bû*², soit 12 *bû*² et 36/47 de *bû*², ce qui implique que les trois parcelles taxées ont la même aire. Une aire qui n'est pas demandée et qui n'intervient pas dans les calculs.

Les trois taux d'imposition peuvent se réduire au dénominateur commun $3 \times 4 \times 5 = 60$: le millet est taxé $4 \times 5/60 = 20/60$ de *dou* pour 1 *bû*²; le blé est taxé $3 \times 5/60 = 15/60$ de *dou* pour 1 *bû*²; les pois rouges sont taxés $3 \times 4/60 = 12/60$ de *dou* pour 1 *bû*².

Le texte demande justement de calculer $3 \times 4 = 12$ « on multiplie le millet par le blé pour faire le dividende des pois rouges », et $3 \times 5 = 15$ « les pois rouges multiplient le millet ce qui donne le dividende du blé », mais omet le produit $4 \times 5 = 20$ qui serait « le blé multiplie les pois rouges pour faire le dividende du millet ». Le taux d'imposition volumique total pour les trois productions est la somme $(20 + 15 + 12)/60 = 47/60$, la taxe globale de 10 *dou* correspond donc à une production totale en *dou* s'élevant à $10 \times 60/47$. Les montants des taxes pour chacune des denrées sont :

$$20/60 \times 10 \times 60/47 = 200/47 \text{ dou pour le millet non égrené ;}$$

$$15/60 \times 10 \times 60/47 = 150/47 \text{ dou pour le blé ;}$$

$$12/60 \times 10 \times 60/47 = 120/47 \text{ dou pour les pois rouges.}$$

Ce sont bien les résultats demandés. Mais le texte du déroulé de la procédure n'est pas si explicite, il énonce simplement la chaîne d'opérations à effectuer en parallèle sur la surface de calcul à partir des trois nombres 3, 4 et 5 qui sont respectivement placés dans des positions attribuées au « millet non égrené », aux « pois rouges » et au « blé », les trois mots jouant le rôle de variables dynamiques :

	Millet	Blé	Pois rouges
Poser 3, 4 et 5	3	4	5
Former et poser les dividendes	20	15	12
Affecter l'unité <i>shí</i>	20 <i>shí</i>	15 <i>shí</i>	12 <i>shí</i>
Sommer les « dividendes »	20 + 15 + 12 = 47		
Convertir les dividendes en <i>dou</i> puis diviser par 47	200 <i>dou</i> ÷ 47 = 4 <i>dou</i> 12/47	150 <i>dou</i> ÷ 47 = 3 <i>dou</i> 9/47	120 <i>dou</i> ÷ 47 = 2 <i>dou</i> 26/47

4-17. PRIX DE L'OR

/46•/ 金 價
jīn jià
 or prix

Prix de l'or

金 價 兩 三百一十五 錢,
jīn jià liǎng sān bǎi yī shí wǔ qián
 or prix liǎng {3}{10²}{1}{10}{5} qián

Le prix de 1 liǎng d'or s'élève à 315 qián^a,

a. *Liǎng* est une unité de masse. *Qián* est une unité monétaire. Le texte n'utilise pas d'unité quotient, c'est pourquoi nous évitons de traduire « 315 qián par liǎng ».

今 有 一 銖,
jīn yǒu yī zhū
 actuel avoir {1} zhū

considérons 1 zhū^a [d'or],

a. *Zhū* est une unité de masse et 1 liǎng = 24 zhū.

問 得 錢 幾何。
wèn dé qián jǐhé
 demander obtenir qián combien
on demande combien on en obtient de qián.

曰： 得 十三 錢 八分 一。
yuē dé shí sān qián bā fēn yī
 dire obtenir {10}{3} qián {8}fēn {1}

La réponse est : On obtient 13 qián et 1/8.

術 曰：
shù yuē
 procédure dire

On procède comme suit :

置 一 兩 銖 數 以 為 法，
zhì yī liǎng zhū shù yǐ wéi fǎ
 poser {1} liǎng zhū nombre pour faire diviseur

On pose le nombre de zhū de 1 liǎng pour former le diviseur^a,

a. Le nombre que l'on pose sur la surface de calcul est 24 puisque que 1 liǎng = 24 zhū.

以 錢 數 為 實，
yǐ qián shù wéi shí
avec qián nombre faire dividende

le nombre de qián sert de dividende^a,

a. C'est 315 puisque le prix de l'or est de 315 qián pour 1 liǎng.

實 如 法 得 一 錢。 /•46/
shí rú fǎ dé yī qián
dividende comme diviseur obtenir {1}^a qián

on divise le dividende par le diviseur pour obtenir les qián^b.

a. On rappelle que le numéral {1} dans cette position est vidé de son sens numérique et qu'il appartient à l'expression de la division.

b. Le déroulé des instructions de calculs s'achève ici, ce qui suit est une liste de rapports de conversion entre unités de masse.

/47•/ 二十四 銖 一 兩，
èr shí sì zhū yī liǎng
{2}{10}{4} zhū {1} liǎng

24 zhū pour 1 liǎng,

三百八十四 銖 一 斤，
sān bǎi bā shí sì zhū yī jīn
{3}{10²}{8}{10}{4} zhū {1} jīn

384 zhū pour 1 jīn,

萬一千五百二十 銖 一 鈞，
wàn yī qiān wǔ bǎi èr shí zhū yī jūn
{10⁴}{1}{10³}{5}{10²}{2}{10} zhū {1} jūn

11 520 zhū pour 1 jūn,

四萬六千八十 銖 一 石。 /•47/
sì wàn liù qiān bā shí zhū yī shí
{4}{10⁴}{6}{10³}{8}{10} zhū {1} shí

46 080 zhū pour 1 shí.

Le texte de cette section explicite le calcul de la valeur monétaire d'une certaine quantité d'or connaissant son prix pour une certaine unité de masse. Le calcul repose sur la règle de trois. Vient ensuite l'énoncé d'une liste de rapports entre la plus petite unité de masse zhū et ses multiples liǎng, jīn, jūn et shí.

4-18. PILAGE DU MILLET

/48•/ 春 粟
chōng sù
 piler millet égrené

Pilage du millet

稟 粟 一 石 春 之
bǐng sù yī shí chōng zhī
 octroyer millet égrené {1} *shí* piler 3OBJ

On octroie 1 *shí* [massique]^a en millet égrené, on le pile

a. ZOU Dahai (2004) note que *shí* désigne ici l'unité de masse car l'unité de capacité signifierait que piler 100 *shēng* de millet égrené donnerait 88 *shēng* de millet décortiqué et donc une diminution de 12 % du volume alors que l'élimination des glumelles conduit en réalité à une diminution de l'ordre de 40 %. Pourtant quand la section 4-36 parle de 1 *shí* massique, c'est pour du millet en panicules (*bé* 和 ou *shù* 黍) et non pour du millet égrené (*sù* 粟). Il semblerait qu'on ait une ellipse avec *sù* 粟 pour *bé* 和 ou *shù* 黍.

為 八 斗 八 升。
wéi bā dòu bā shēng
 faire {8} *dòu* {8} *shēng*

donnant 8 *dòu* et 8 *shēng* [de millet décortiqué]^a.

a. Le pilage est l'action de piler du grain égrené avec un pilon (un gros bâton), le grain est placé dans un mortier (un récipient en bois ou en pierre). Cette opération a pour finalité de produire du grain décortiqué en extrayant les graines de leurs glumelles (les pièces foliacées qui les recouvrent).

當 益 耗 粟 幾何？
dāng yì hào sù jǐhé
 devoir surplus perdre millet égrené combien

Combien de millet égrené faut-il pour compenser la déperdition^a ?^b

a. Se référant aux taux d'équivalence dans notre section 3-6, d'une part 1 *shí* massique de millet en panicules correspond à $16 + \frac{2}{3}$ *dòu*, soit $\frac{500}{3}$ *shēng*, de millet égrené, d'autre part 88 *shēng* de millet décortiqué correspondent à $88 \text{ shēng} \times \frac{5}{3}$, soit $\frac{440}{3}$ *shēng*, de millet égrené. Finalement, la déperdition exprimée en volume de millet égrené est la différence $\frac{60}{3}$ *shēng* soit 20 *shēng*.

b. Il manque une donnée qui est le volume de millet décortiqué que l'on considère, cette valeur manquante apparaît dans la procédure énoncée après la réponse.

曰： 二 斗 二^a 升 十一分 升 八。
yuē èr dòu èr shēng shí yī fēn shēng bā
 dire {2} *dòu* {2} *shēng* {10}{1} *fēn* *shēng* {8}

La réponse est : 2 *dòu* 2 *shēng* et 8/11 de *shēng*^b.

a. WENWU (2000), WENWU (2001, 255) et PENG Hao (2001, 61) écrivaient *sān* 三 [3], mais ZOU Dahai (2004) observe que sur les lamelles on lit plutôt *èr* 二 [2].

b. En divisant 22 *shēng* 8/11 de millet égrené par 20/88, nous trouvons que ce volume correspond à 100 *shēng* de millet décortiqué, une valeur énoncée plus loin dans la procédure.

術 曰：

shù *yuē*

procédure dire

On procède comme suit :

置 所 得 米 升 數

zhì suǒ dé mǐ shēng shù

poser ce que obtenir millet décortiqué *shēng* nombre

On pose le nombre de *shēng* de millet décortiqué obtenu^a

a. Il s'agit des 88 *shēng* de millet décortiqué de la norme.

以 為 法， 又 置 一 石 /•48/

yǐ wéi fǎ yòu zhì yī shí

pour faire diviseur et poser {1} *shí*

ce qui sert de diviseur, on pose de plus 1 *shí* [volumique] de

/49•/ 米 粟[*sic*] 升 數

mǐ sù shēng shù

millet décortiqué millet égrené *shēng* nombre

millet décortiqué exprimé en *shēng* de millet égrené

[recte : millet décortiqué exprimé en *shēng*]^a

a. Nous suivons ZOU Dahai (2004) pour qui *sù* 粟 est un ajout erroné du copiste.

而

ér

CONJ

que

以 耗 米 升 數 乘 之，

yǐ hào mǐ shēng shù chéng zhī

avec perdre millet décortiqué *shēng* nombre multiplier 3OBJ

l'on multiplie par la perte de millet décortiqué exprimée en *shēng*^a,

a. Soit 20 *shēng*.

如 法 得 一 升。 /•49/

rú fǎ dé yī shēng

comme diviseur obtenir {1} *shēng*

on effectue la division pour obtenir le résultat en *shēng*^a.

a. On divise par 88.

Le début de la section énonce une norme de déperdition lors de la production de millet décortiqué à partir de 1 *shí* de millet égrené⁷. Nous comprenons qu'il s'agit en fait de produire du millet décortiqué à partir de 1 *shí* massique de millet en panicules, ce qui est cohérent avec la section 4-36 et les données numériques de la présente section. Cette norme de déperdition (ou de décote, comme dans la section 4-41) peut servir à calculer la compensation due lorsqu'un volume de 1 *shí* titré en millet décortiqué est finalement versé en millet égrené.

Le texte de cette section reste énigmatique s'il est abstrait de ce contexte, et on constate que Joseph W. Dauben (2008, 122-126) compile cinq tentatives toutes différentes, dont la sienne et celle de Zou Dahai (2004), qui cherchent à reconstruire une situation mathématique sensée au prix de remodelages du texte original ; est par exemple proposé d'altérer le résultat numérique et/ou d'ajouter ou de modifier des éléments textuels. Nous laissons le texte tel qu'il est et suivons pour l'essentiel l'interprétation qu'en fait Zou Dahai (2004).

4-19. DÉPERDITION DU BRONZE

/50•/ 銅 耗
 tóng *hào*
 bronze perdre

Déperdition du bronze

铸 銅 一 石 耗 七 斤 八 兩。
zhù *tóng* *yī* *shí* *hào* *qī* *jīn* *bā* *liǎng*
 fondre bronze {1} *shí* perdre {7} *jīn* {8} *liǎng*

Quand on fond 1 *shí* de bronze, on perd 7 *jīn* et 8 *liǎng*.

a. La suite montre que *shí* désigne ici l'unité de masse.

今 有 銅 一 斤 八 兩 八 銖，
jīn *yǒu* *tóng* *yī* *jīn* *bā* *liǎng* *bā* *zhū*
 actuel avoir bronze {1} *jīn* {8} *liǎng* {8} *zhū*

Considérons 1 *jīn* et 8 *liǎng* et 8 *zhū* de bronze,

7. Une problématique similaire se trouve dans la section « Norme de déperdition » [*Hào chéng* 耗程] de *Nombres*, on peut se référer à XIAO Can (2010b, 22-23), le texte en est également elliptique et difficile à suivre.

問 耗 幾何。
wèn hào jǐhé
demander perdre combien
on demande combien est perdu.

得 曰：
dé yuē
obtenir dire
Le résultat est :

一 兩 十 一 銖 百 四 十 四 分 銖 九 十 一。
yī liǎng shí yī zhū bǎi sì shí sì fēn zhū jiǔ shí yī
{1} liǎng {10}{1} zhū {10³}{4}{10}{4}fēn zhū {9}{10}{1}
1 liǎng 11 zhū et 91/144 de zhū^a.

a. Nous constaterons à l'issue du calcul que le résultat annoncé ici est erroné.

術 曰：
shù yuē
procédure dire

On procède comme suit :

置 一 石 銖 數 為 法，
zhì yī shí zhū shù wéi fǎ
poser {1} shí zhū nombre faire diviseur

On pose comme diviseur le nombre de zhū que fait 1 shí^a,

a. Sur la surface de calcul on représente le diviseur 46 080 puisque 1 shí de masse fait 46 080 zhū.

亦 置 七 斤 八 兩 者 /•50//51•/ 銖 數，
yì zhì qī jīn bā liǎng zhě zhū shù
de même poser {7} jīn {8} liǎng NMLZ zhū nombre

on pose de même le nombre de zhū que font 7 jīn et 8 liǎng^a,

a. On représente donc 2 880 puisque 1 jīn = 384 zhū et 1 liǎng = 24 zhū.

以 一 斤 八 兩 八 銖 者 銖 數，
yǐ yī jīn bā liǎng bā zhū zhě zhū shù
avec {1} jīn {8} liǎng {8} zhū NMLZ zhū nombre

on le multiplie par le nombre de zhū que font 1 jīn 8 liǎng et 8 zhū^a,

a. On multiplie donc 2 880 par 584, ce qui donne 1 681 920.

乘 之, 如 法 一 銖。/•51/
chéng zhī rú fǎ yī zhū
 multiplier 3OBJ comme diviseur {1} *zhū*

on effectue la division qui donne les *zhū*^a.

a. On divise 1 681 920 par 46 080, ce qui donne le quotient 36 *zhū* 1/2 contredisant le résultat que le texte avait annoncé.

Le calcul de la masse perdue quand on fond le bronze fait intervenir la règle de trois. Les correspondances entre les unités de masse *shí*, *jīn*, *liǎng* et *zhū* étant connues, le déroulé des calculs est clair. Cependant la réponse annoncée 1 *liǎng* 11 *zhū* et 91/144 de *zhū* est fausse, le calcul aboutissant en fait à 36 *zhū* et 1/2 de *zhū*.

4-20. CHEVAUX DE RELAIS

/52•/ 傳 馬
chuán mǎ
 transmettre cheval

Chevaux de relais

傳 馬 日 二[*sic*]^a 匹
chuán mǎ rì èr pǐ
 transmettre cheval jour {2} CLF^b

Quotidiennement deux [recte : trois] chevaux de relais

a. La suite du texte implique que l'on devrait avoir *sān* 三 {3} à la place de *èr* 二 {2}.

b. *Pǐ* 匹 est le classificateur du nom *mǎ* 馬, *mǎ yī pǐ* signifie « un cheval », *mǎ èr pǐ* signifie « deux chevaux ». Les classificateurs, insérés dans la construction « nom + numéral + CLF », n'en étaient qu'au début de leur développement dans les corpus des Royaumes combattants et des Han, voir par exemple PEYRAUBE & WIEBUSH (1993) et XU Dan (2009).

共 芻 稿 二 石
gòng chú gǎo èr shí
 ensemble paille foin {2} *shí*

partagent 2 *shí* de paille et de foin

令 芻 三 而 稿 二。
lìng chú sān ér gǎo èr
 CAUS paille {3} CONJ foin {2}

de sorte que l'on ait 3 parts de paille pour 2 parts de foin^a.

a. Les proportions de la composition du fourrage sont énoncées sans faire apparaître de fractions : comparer avec « 3/5 de paille pour 2/5 de foin », une formulation que notre texte ne connaît pas.

今 馬 一 匹 前 到，
jīn mǎ yī pǐ qián dào
actuel cheval {1} CLF avant arriver

Considérons qu'un cheval arrive avant les autres,

問 予 芻 槁 各 幾何。
wèn yǔ chū gǎo gè jǐhé
demander donner paille foin chacun combien

on demande combien on lui donne de paille et de foin respectivement.

曰：

yuē

dire

La réponse :

予 芻 四 斗、 槁 二 斗 大 半 斗。
yǔ chū sì dòu gǎo èr dòu dàbàn dòu
donner paille {4} dòu foin {2} dòu {2/3} dòu

On lui donne 4 dòu de paille et 2 dòu et 2/3 de dòu de foin.

154

術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

置 芻 三、 槁 $\bullet 52/53 \bullet$ ， 二 并 之，
zhì chū sān gǎo èr bìng zhī
poser paille {3} foin {2} grouper 3OBJ

on pose 3 pour la paille et 2 pour le foin, on les ajoute,

以 三 馬 乘 之 為 法，
yǐ sān mǎ chéng zhī wéi fǎ
avec {3} cheval multiplier 3OBJ faire diviseur

on multiplie cette somme par 3 chevaux pour avoir le diviseur,

以 二 石 遍 乘 所 置
yǐ èr shí biàn chéng suǒ zhì
avec {2} shí partout multiplier ce que poser

on multiplie par 2 shí tous les nombres posés

各 自 為 實。 /●53/

gè zì wéi shí

chacun soi-même faire dividende

pour qu'ils forment les dividendes respectifs.

L'empire Han était maillé par un réseau de routes et de relais qu'évoque cette section au travers d'une question concernant la nourriture des chevaux qui s'y arrêtaient. Le rapport « 3 parts de paille pour 2 parts de foin » est énoncé sans faire apparaître de fraction ; comparer avec « 3/5 de paille pour 2/5 de foin » qui aurait fait apparaître le dénominateur 5, somme de 3 et de 2. La procédure commande justement de d'abord poser les nombres 3 pour la paille et 2 pour le foin puis de former 5 en les additionnant. Ensuite on doit multiplier cette somme 5 par 3 chevaux, ce qui donne le diviseur 15. On revient aux nombres 3 et 2 qui sont toujours représentés sur la surface de calcul et on les multiplie respectivement par 2 *shí* (de fourrage), ce qui donne les deux nombres 6 et 4 qui sont les deux dividendes correspondant respectivement à la paille et au foin.

La liste d'instructions de calcul s'arrête là, mais si maintenant nous convertissons en *dǒu* (avec 1 *shí* = 10 *dǒu*) et effectuons les divisions $60 \div 15$ et $40 \div 15$, alors nous obtenons bien les résultats 4 *dǒu* de paille et 2 *dǒu* 2/3 de foin annoncés par le texte.

4-21. TISSERANDES

/54●/ 婦 織

fù zhī

femme tisser

Tisserandes

有 婦 三 人，

yǒu fù sān rén

avoir femme {3} personne^a

Il y a 3 femmes,

a. Le terme *rén* ne fonctionne pas ici comme un nom indépendant, mais joue le rôle grammatical de classificateur du nom *fù* (femme) dans une construction « nom + numéral + CLF ».

長 者 一 日 織 五 十 尺，

zhǎng zhě yī rì zhī wú shí chǐ

ainé NMLZ {1} jour tisser {5}{10} chǐ

l'ainée tisse 50 *chǐ* en 1 jour,

中 者 二 日 織 五十 尺，
zhōng zhě èr rì zhī wǔ shí chǐ
milieu^a NMLZ {2} jour tisser {5}{10} *chǐ*

la cadette tisse 50 *chǐ* en 2 jours,

a. Dans le texte de cette section, *zhōng* 中 est l'élément central d'une succession de trois éléments (l'aînée, la cadette, la benjamine), c'est l'un des usages ordinaires de ce terme relevé par XU Dan (2016) dans les corpus des Royaumes combattants et de Qin.

少 者 三 日 織 五十 尺。
shǎo zhě sān rì zhī wǔ shí chǐ
jeune NMLZ {3} jour tisser {5}{10} *chǐ*

la benjamine tisse 50 *chǐ* en 3 jours^a.

a. Autrement dit, sur trois journées de travail, l'aînée tisserait 3×50 *chǐ*, la cadette tisserait 2×50 *chǐ* et la benjamine tisserait 1×50 *chǐ*, les productions des trois tisserandes formant ainsi la proportion 3 : 2 : 1 comme le précise la dernière proposition de la section.

今 織 有 功 五十 尺，
jīn zhī yǒu gōng wǔ shí chǐ
actuel tisser avoir production {5}{10} *chǐ*

Considérons une production de 50 *chǐ*,

156
—

問 各 受 幾何 尺。
wèn gè shòu jǐhé chǐ
demander chacun obtenir combien *chǐ*

on demande combien revient à chacune.

其 得/●54/55●/ 曰：
qí dé yuē
3POSS obtenir dire

On obtient les résultats suivants :

長 者 受 二十五 尺，
zhǎng zhě shòu èr shí wǔ chǐ
aîné NMLZ obtenir {2}{10}{5} *chǐ*

À l'aînée reviennent 25 *chǐ*,

中 者 受 十六 尺
zhōng zhě shòu shí liù chǐ
milieu NMLZ obtenir {10}{6} *chǐ*

à la cadette reviennent 16 *chǐ*

又 十八分 尺 之 十二，
yòu shí bā fēn chǐ zhī shí èr
 et {10}{8}fēn chǐ zhī {10}{2}
et 12/18 de chǐ,

少 者 受 八 尺
shào zhě shòu bā chǐ
 jeune NMLZ obtenir {8} chǐ
à la benjamine reviennent 8 chǐ

又 十八分 尺 之 六。
yòu shí bā fēn chǐ zhī liù
 et {10}{8}fēn chǐ zhī {6}
et 6/18 de chǐ.

其 術 曰：
qí shù yuē
 3POSS procédure dire
Pour cela on procède comme suit :

置 一、 置 二、 置 三 而
zhì yī zhì èr zhì sān ér
 poser {1} poser {2} poser {3} CONJ
On pose 1, on pose 2, on pose 3 que l'on

... ..^a/•55//56•/ 以 為 法，
 *yǐ wéi fǎ*
 pour faire diviseur
... .. pour former le diviseur^b,

a. Les caractères du bas de la lamelle n° 55 sont illisibles.

b. On voit dans la suite que ce diviseur est probablement 6, la somme de 1, 2 et 3 qui survient quand on réduit 1, 1/2 et 1/3 au même dénominateur.

又 十 而 五 之 以 為 實，
yòu shí ér wǔ zhī yǐ wéi shí
 et {10} CONJ {5} 3OBJ pour faire dividende
et on les multiplie par 10 et par 5 pour en faire les dividendes^a,

a. On a donc représenté sur la surface de calcul la suite des trois entiers 1, 2 et 3 qui modélisent la situation de proportionnalité, on a formé le diviseur 6, et on a aussi formé les trois produits 1 × 50, 2 × 50 et 3 × 50 qui sont qualifiés de dividendes. On peut maintenant effectuer les divisions et c'est ce que demande la suite du texte.

如 法 而 一 尺。
rú fǎ ér yī chǐ
 comme diviseur TOP {1} *chǐ*

on effectue les divisions donnant les résultats en *chǐ*.

不 盈 尺 者，
bù yíng chǐ zhě
 NEG excéder *chǐ* NMLZ

Quand le reste est plus petit que 1 *chǐ*,

以 法 命 分。
yǐ fǎ mìng fēn
 avec diviseur nommer fraction

on en fait une fraction dont le dénominateur est le diviseur^a.

a. C'est-à-dire que l'on considère une fraction dont le dénominateur est le diviseur et dont le numérateur est le reste de la division. Cette formulation avait déjà été rencontrée dans la section 4-15. Cette instruction aboutit ici aux fractions de *chǐ* dans les quantités qui reviennent à la cadette et à la benjamine. Cela signifie aussi que l'on ne descend pas à l'unité cùn plus petite que *chǐ*.

● 三 為 長 者 實，
sān wéi zhǎng zhě shí
 {3} faire aîné NMLZ dividende

3 est le dividende de l'aînée,

二 為 中 者， 一 為 少 者。 /●56/
èr wéi zhōng zhě yī wéi shǎo zhě
 {2} faire milieu NMLZ {1} faire jeune NMLZ

2 est celui de la cadette, 1 est celui de la benjamine^a.

a. Cette précision arrive en fin de section après un rond ● qui signale un ajout par rapport à l'original.

Le texte demande ce qui revient à chacune des trois tisserandes pour la production d'une longueur de 50 *chǐ*. Le texte considère que les productions respectives des trois femmes sont liées par la proportion 1 : 2 : 3 et demande de poser ces trois nombres simultanément sur la surface de calcul, chacun est ensuite multiplié par la longueur 50 *chǐ* de tissu à partager, puis est divisé par 6. Quand nous effectuons ces calculs nous obtenons bien les résultats annoncés :

- 3 × 50 ÷ 6 = 25 *chǐ* de tissu pour l'aînée,
- 2 × 50 ÷ 6 = 16 *chǐ* et 4/6 de *chǐ* pour la cadette,
- 1 × 50 ÷ 6 = 8 *chǐ* et 2/6 de *chǐ* pour la benjamine.

Remarquons d'abord que le texte comporte deux bizarreries. Premièrement, alors qu'il est explicitement dit que l'on considère 50 *chi* de tissu, pourquoi prendre 10×5 comme dividende au lieu de recourir directement à 50 ? Deuxièmement, nous ne nous expliquons pas pourquoi les parties fractionnaires $12/18$ et $6/18$ ne sont pas réduites, ni même comment a pu survenir un dénominateur 18 alors que le diviseur est 6. Ce diviseur 18 serait en revanche apparu si l'on avait opté pour la suite 3, 6 et 9 au lieu de la suite 1, 2 et 3 que le texte demande de poser. Ces anomalies ne sont pas liées à une composition réalisée à plusieurs puisque Karine Chemla et Daniel Morgan (2016) indiquent justement que la présente section a été écrite d'une seule main.

Mais surtout le raisonnement qui sous-tend la résolution est faux si l'on considère que le partage devrait correspondre à la production de chacune des trois tisserandes dans un temps égal. Or la solution du texte implique que l'aînée et la benjamine auraient chacune mis seulement $1/2$ journée pour produire leur part respective, alors que la cadette aurait mis $2/3$ d'une journée. L'erreur est due au fait qu'il faudrait en réalité considérer la proportion $1 : 1/2 : 1/3$ qui lie les productions en une journée des tisserandes (autrement dit leurs vitesses de production)⁸. D'ailleurs *Nombres* [*Shù* 數]⁹ comporte une section qui commence par la même phrase qu'ici et pose la même question. La résolution qui n'est pas précisée aboutit aux résultats suivants¹⁰ :

27 *chi* et $3/11$ de *chi*, le résultat de $50 \times 1 \times 6/11$, pour l'aînée ;
 13 *chi* et $7/11$ de *chi*, soit $50 \times 1/2 \times 6/11$, pour la cadette ;
 9 *chi* et $1/11$ de *chi*, soit $50 \times 1/3 \times 6/11$, pour la benjamine.
 ($6/11$ est l'inverse de la somme $1 + 1/2 + 1/3$.)

Nous retrouverons la même problématique mathématique dans les sections 4-49 et 4-50. Nous venons de voir qu'elle est également présente dans *Nombres* [*Shù* 數], elle l'est aussi dans les *Procédures de calcul* [*Suàn shù* 算術]¹¹, et dans le chapitre VI des *Neuf Chapitres*.

8. Ce problème avait déjà été signalé par GUO Shirong (2001).

9. XIAO Can (2010b, 12-13).

10. Ce sont exactement les résultats numériques que GUO Shirong (2001) avait proposés pour cette section du *Livre sur les calculs*, et cela plusieurs années avant la découverte et la publication du texte *Nombres*.

11. Voir ZOU Dahai (2010) qui analyse deux des dix lamelles dont Shuihudi M77 donne une photographie.

4-22. FLÈCHES EMPENNÉES

/57•/ 羽 矢
yǔ shǐ
plume flèche

Flèches empennées^a

a. Dans le titre de cette section, yǔ 羽 joue le rôle syntaxique d'un nom qui détermine le nom shǐ 矢 placé après. Finalement le groupe nominal yǔ shǐ désigne des flèches qui ont été empennées, d'où notre titre. On peut se reporter à la note concernant le titre de la section 4-50 qui est identique en chinois mais que l'on décide de traduire autrement.

羽 二 翮 五 錢。
yǔ èr hóu wǔ qián
plume {2} hóu^a {5} qián

2 plumes valent 5 qián.

a. Le terme hóu 翮 est un classificateur inséré dans la construction « nom + numéral + CLF », il est utilisé pour compter les plumes.

今 有 五十七分 翮 四十七[sic]^a,
jīn yǒu wǔ shí qī fēn hóu sì shí qī
actuel avoir {5}{10}{7}fēn hóu {4}{10}{7}

Considérons 47/57 [recte : 37/57] de plumes,

a. Sur la lamelle de bambou on voit la ligature 卅 qui dénote 40 alors que la suite du texte implique que cela devrait être 卅 qui signifie 30.

問 得 幾何。 曰：
wèn dé jǐhé yuē
demander obtenir combien dire

on demande combien cela fait. La réponse est :

得 一 錢 百一十四分 錢 七十一。
dé yī qián bǎi yī shí sì fēn qián qī shí yī
obtenir {1} qián {10²}{1}{10}{4}fēn qián {7}{10}{1}

Cela fait 1 qián et 71/114 de qián.

術 曰：
shù yuē
procédure dire

On procède comme suit :

二 乘 五十七 為 法，
 èr chéng wǔ shí qī wéi fǎ
 {2} multiplier {5}{10}{7} faire diviseur
2 multiplie 57 donnant le diviseur,

以 五 乘 三十七 為 實，
 yǐ wǔ chéng sān shí qī wéi shí
 avec {5} multiplier {3}{10}{7} faire dividende
on multiplie 37 par 5 ce qui donne le dividende,

實 /•57//58•/ 如 法 一 錢。
 shí rú fǎ yī qián
 dividende comme diviseur {1} qián
on effectue la division qui donne le résultat en qián.

不 盈，
 bù yíng
 NEG excéder
Si le reste est trop petit,

以 法 命 分。 /•58/
 yǐ fǎ mìng fēn
 avec diviseur nommer fraction
on en fait une fraction dont le dénominateur est le diviseur.

161

Le texte de cette section montre une situation de proportionnalité dans laquelle on applique la règle de trois pour trouver la valeur en *qián* de $37/57$ d'une plume connaissant le prix 5 *qián* pour 2 plumes :

37/57 plume ----- ?
 2 plumes ----- 5 *qián*

On calcule finalement $(5 \times 37) \div (2 \times 57)$ *qián* qui donne bien le résultat annoncé par le texte. Cela dit, si le texte de cette section avait un sens pratique, on ne comprend pas ce qu'il pourrait être.

4-23. COÛT DE LA LAQUE

/59•/ 漆 錢
 qī qián
 laque qián
Coût de la laque

漆 斗 三十五 錢。

qī dǒu sān shí wǔ qián

laque *dǒu* {3}{10}{5} *qián*

La laque vaut 35 *qián* le *dǒu*.

今 有 四十分 斗 五,

jīn yǒu sì shí fēn dǒu wǔ

actuel avoir {4}{10}fēn *dǒu* {5}

Considérons 5/40 de *dǒu*,

問 得 幾何 錢。 曰：

wèn dé jǐhé qián yuē

demander obtenir combien *qián* dire

on demande combien cela fait de *qián*. La réponse est :

得 四 錢 八分 錢 三。

dé sì qián bā fēn qián sān

obtenir {4} *qián* {8}fēn *qián* {3}

Cela fait 4 *qián* et 3/8 de *qián*.

162

術 曰： 以 四十 為 法，

shù yuē yǐ sì shí wéi fǎ

procédure dire avec {4}{10} faire diviseur

On procède comme suit : 40 est le diviseur,

以 五 乘 三十五 為 實，

yǐ wǔ chéng sān shí wǔ wéi shí

avec {5} multiplier {3}{10}{5} faire dividende

on multiplie 35 par 5 donnant le dividende,

實 如 法/59●//60●/ 得 一 錢。 /●60/

shí rú fǎ dé yī qián

dividende comme diviseur obtenir {1} *qián*

on effectue la division qui donne le résultat en *qián*.

Le texte de cette section montre une situation de proportionnalité où l'on applique la règle de trois pour trouver la valeur en *qián* des 5/40 de *dǒu* de laque connaissant le prix 35 *qián* pour 1 *dǒu* :

5/40 *dǒu* ----- ?

1 *dǒu* ----- 35 *qián*

On calcule donc $(5 \times 35) \div (1 \times 40)$ *qián* qui donne bien le résultat annoncé par le texte.

4-24. COUPON DE SOIE

/61•/ 繒 幅
 zēng fú
 soie coupon

Coupon de soie

繒 幅 廣 二十 二 寸。
 zēng fú guǎng èr shí èr cùn
 soie coupon largeur {2}{10}{2} cùn

La largeur d'un coupon de soie est 22 cùn.

袤 十 寸， 價 二十 三 錢。
 mào shí cùn jià èr shí sān qián
 longueur {10} cùn prix {2}{10}{3} qián

Pour une longueur de 10 cùn, le prix s'élève à 23 qián.

今 欲 買 縱利
 jīn yù mǎi zònglì
 actuel souhaiter acheter ruban zongli

Considérons que l'on souhaite acheter un ruban zongli

廣 三 寸、 袤 六十 寸。 問
 guǎng sān cùn mào liù shí cùn wèn
 largeur {3} cùn longueur {6}{10} cùn demander

de 3 cùn de large et de 60 cùn de long. On demande

積 寸 及 價 錢 各 幾何。

jī cùn jí jià qián gè jǐhé
 aire cùn et prix qián chacun combien

les valeurs respectives des cùn de l'aire^a et du prix en qián.

a. La suite permet de comprendre que la brève formulation « jī cùn 積寸 » désigne la longueur en cùn d'une pièce découpée dans un coupon standard de largeur 22 cùn et dont l'aire est la même que celle du ruban zongli acquis.

曰： 八 寸 十一•61//62•/分 寸 二，
 yuē bā cùn shí yī fēn cùn èr
 dire {8} cùn {10}{1}fēn cùn {2}

La réponse est : 8 cùn et 2/11 de cùn,

價 十八 錢 十一分 錢 九。

jià shí bā qián shí yī fēn qián jiǔ

prix {10}{8} *qián* {10}{1} *qián* {9}

le prix s'élève à 18 *qián* et 9/11 de *qián*.

術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

以 二十二 寸 為 法，

yǐ èr shí èr cùn wéi fǎ

avec {2}{10}{2} *cùn* faire diviseur

De 22 *cùn* on fait le diviseur,

以 廣 縱 相 乘 為 實，

yǐ guǎng zòng xiāng chéng wéi shí

avec largeur longueur l'un l'autre multiplier faire dividende

la largeur et la longueur se multiplient entre elles donnant le dividende,

實 如 法 得 一 寸。

shí rú fǎ dé yī cùn

dividende comme diviseur obtenir {1} *cùn*

on effectue la division pour obtenir les *cùn*².

a. On calcule donc le dividende $3 \times 60 = 180$ *cùn*² qui est l'aire du ruban *zongli* acheté, puis on divise par la largeur 22 *cùn* d'un coupon de soie standard, on obtient le résultat annoncé 8 *cùn* + 2/11 de *cùn* qui est donc la longueur en *cùn* qu'aurait un morceau de soie de 180 *cùn*² découpé dans un coupon standard.

亦 以 一 尺 寸 數 為 法，

yì yǐ yī chǐ cùn shù wéi fǎ

de même avec {1} *chǐ cùn* nombre faire diviseur

De même le nombre de *cùn* de 1 *chǐ* donne le diviseur²,

a. Le nombre de *cùn* de 1 *chǐ* est 10 puisque 1 *chǐ* = 10 *cùn*.

以 /•62//63•/ 所 得 寸 數 乘

yǐ suǒ dé cùn shù chéng

avec ce que obtenir *cùn* nombre multiplier

on multiplie par le nombre de *cùn* [carrés] obtenu

一 尺 價 錢 數 為 實，
yī chǐ jià qián shù wéi shí
 {1} *chǐ* prix *qián* nombre faire dividende

le prix de 1 *chǐ* donnant le dividende^a,

a. Le nombre de *cùn* obtenu précédemment est $8 \text{ cùn} + 2/11$ de *cùn* que l'on multiplie par le prix 23 *qián* de 1 *chǐ* du coupon standard, le produit donnant le dividende.

實 如 法 得 一 錢。 /•63/
shí rú fǎ dé yī qián
 dividende comme diviseur obtenir {1} *qián*

on divise pour obtenir le résultat en *qián*^a.

a. Le produit de $8 + 2/11$ par 23 divisé par 10 donne bien le résultat annoncé $18 \text{ qián} + 9/11$ de *qián*.

Il serait possible de calculer le prix du ruban *zongli* acheté avec une règle de trois à partir de son aire $3 \times 60 = 180 \text{ cùn}^2$ et du prix annoncé de 23 *qián* pour une longueur de 10 *cùn* découpée dans un coupon de soie standard (soit une aire de $22 \times 10 = 220 \text{ cùn}^2$) :

$$\begin{array}{r} 180 \text{ cùn}^2 \text{ -----} \quad ? \\ 220 \text{ cùn}^2 \text{ -----} \quad 23 \text{ qián} \end{array}$$

On effectuerait donc $(180 \times 23) \div 220$ qui tombe bien sur le résultat annoncé $18 \text{ qián} + 9/11$ de *qián*.

Mais la procédure du texte propose de passer par le calcul de la longueur d'une pièce de 180 cùn^2 (l'aire du ruban acheté) qui serait découpée dans le coupon standard. On doit donc effectuer la division $180 \text{ cùn}^2 \div 22 \text{ cùn}$ qui donne la longueur annoncée $8 \text{ cùn} + 2/11$ de *cùn*. Ensuite on applique une règle de trois avec le prix 23 *qián* pour 1 *chǐ* = 10 *cùn* de longueur du coupon standard :

$$\begin{array}{r} 8 + 2/11 \text{ cùn} \text{ -----} \quad ? \\ 10 \text{ cùn} \text{ -----} \quad 23 \text{ qián} \end{array}$$

On calcule donc $(8 + 2/11) \times 23 \div 10 \text{ qián}$ qui est bien égal au résultat annoncé $18 \text{ qián} + 9/11$ de *qián*.

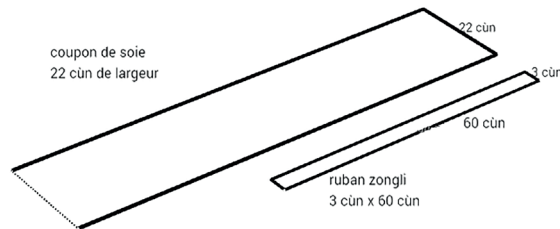


Figure 4-2. Ruban découpé dans un coupon de soie.

4-25. L'ARGENT DES INTÉRÊTS

/64•/ 息 錢
xī qián
intérêts qián

L'argent des intérêts

貸 錢 百, 息 月 三。
dài qián bǎi xī yuè sān
emprunter qián {10²} intérêts mois {3}

Les intérêts mensuels d'un emprunt de 100 *qián* s'élèvent à 3 [*qián*].

今 貸 六十 錢,
jīn dài liù shí qián
actuel emprunter {6}{10} qián

Considérons que l'on emprunte 60 *qián*,

月 末 盈 十六 日 歸。
yuè mò yíng shí liù rì guī
mois fin excéder {10}{6} jour retourner

et rembourse au bout de 16 jours sans attendre la fin du mois.

計 息 幾何?
jì xī jǐhé
inscrire intérêts combien

Combien d'intérêts se voit-on compter ?

得 曰: 二十五分 錢 二十四。
dé yuē èr shí wǔ fēn qián èr shí sì
obtenir dire {2}{10}{5} fēn qián {2}{10}{4}

La réponse est : 24/25 de *qián*.

術 曰:
shù yuē
procédure dire

On procède comme suit :

計 百 錢 一 月,
jì bǎi qián yī yuè
inscrire {10²} qián {1} mois

Au titre d'un emprunt de 100 *qián* pour 1 mois,

積/•64//65•/ 錢 數 以 為 法，
jī qián shù yǐ wéi fǎ

multiplier *qián* nombre pour faire diviseur

[le total de jours]^a multiplie le montant en *qián* pour faire le diviseur,

a. Le contexte laisse comprendre qu'il s'agit de calculer le diviseur qui est le produit de 30 jours par 100 *qián*, le texte sous-entend aussi la substitution de 1 mois par 30 jours.

置 貸 錢
zhì dài qián

poser emprunter *qián*

on pose le montant emprunté

以 一 月 百 錢 息 乘 之，
yǐ yī yuè bǎi qián xī chéng zhī

avec {1} mois {10²} *qián* intérêts multiplier 3OBJ

que l'on multiplie par les intérêts mensuels pour 100 *qián*^a,

a. On calcule le produit 60 *qián* × 3 *qián*.

又 以 日 數 乘 之 為 實，
yòu yǐ rì shù chéng zhī wéi shí

et avec jour nombre multiplier 3OBJ faire dividende

puis on le multiplie par le nombre de jours ce qui fait le dividende^a,

a. Le dividende est donc le produit 60 *qián* × 3 *qián* × 16 jours.

如 得 息 一 錢。/•65/
rú dé xī yī qián

comme obtenir intérêts {1} *qián*

on effectue la division pour obtenir les intérêts en *qián*^a.

a. On effectue (30 × 100) ÷ (60 × 3 × 16) soit 3 000 ÷ 2 880 qui vérifie le résultat annoncé.

4-26. HYDRATATION DE LA LAQUE

/66•/ 飲 漆
yǐn qī
 boire laque

Hydratation de la laque^a

a. Un test où on fait « boire » de l'eau à la laque jusqu'à saturation.

漆 一 斗。

qī yī dòu

laque {1} *dòu*

On considère 1 *dòu* de laque^a

a. Ces trois caractères sont suivis d'un espace. Cette disposition nous conduit à considérer « 1 *dòu* de laque » comme le thème commun des deux occurrences de *yǐn* 飲 (boire).

飲 水 三 斗 而 極^a。

yǐn shuǐ sān dòu ér jí

boire eau {3} *dòu* TOP extrême

L'ajout de 3 *dòu* d'eau mène au point de saturation^b.

a. WENWU (2000, 2001) et PENG Hao (2001, 69) transcrivaient *pán* 盤 (récipient) ici et à la ligne suivante. Mais PENG Hao (dans son corpus numérique, communiqué par e-mail en août 2010) transcrit *jí* 極 (extrême) pour les deux occurrences ; WU Chaoyang (2011, 57 58) justifie ce changement en revenant aux graphies sur les lamelles. ŌKAWA *et al.* (2006, 104) et ŌKAWA & Tamura (2007) expliquent que ce terme désigne le point de saturation.

b. C'est l'énoncé de la norme du procédé de saturation dont l'application permettra de déterminer la part d'eau que contient initialement la laque testée. La particule de thématization *ér* 而 permet ici d'exprimer une généralité, ou une virtualité.

飲 水 二 斗 七 升 即 極。

yǐn shuǐ èr dòu qī shēng jí jí

boire eau {2} *dòu* {7} *shēng* alors extrême

On ajoute 2 *dòu* et 7 *shēng* d'eau et on atteint la saturation^a.

a. Le terme *jí* 即 (alors) introduit la conséquence actuelle de l'action. C'est l'énoncé de la situation particulière que cette section étudie, la saturation est atteinte avec seulement 27 *shēng* d'eau au lieu des 30 *shēng* prévus par la norme.

問

wèn

demander

On demande

餘 漆、 水 各 幾 何。

yú qī shuǐ gè jǐhé

rester laque eau chacun combien

les volumes qui restent respectivement pour la laque et pour l'eau^a.

a. Le volume de 37 *shēng* de mélange saturé (10 *shēng* de laque et 27 *shēng* d'eau) est placé dans un récipient d'une capacité de 40 *shēng*. La question est de savoir quels volumes de laque et d'eau on doit respectivement ajouter pour finir de remplir le récipient sans altérer les proportions du mélange.

曰： 餘 漆 三十七分 升 三十，
yuē yú qī sān shí qī fēn shēng sān shí
 dire rester laque {3}{10}{7}fēn shēng {3}{10}

La réponse est : Il reste 30/37 de shēng pour la laque,

餘 水 二 升 三十七分/•66/167•/ 升 七。
yú shuǐ èr shēng sān shí qī fēn shēng qī
 rester eau {2} shēng {3}{10}{7}fēn shēng {7}

2 shēng et 7/37 de shēng pour l'eau.

● 術 曰：
shù yuē
 procédure dire

On procède comme suit :

以 二 斗 七 升 者 同 一 斗，
yǐ èr dòu qī shēng zhě tóng yī dòu
 avec {2} dòu {7} shēng NMLZ assembler^a {1} dòu

On met 2 dòu et 7 shēng en dòu^b,

a. Selon HAO Huifang (2008, 430), le terme *tóng* 同 signifie ici « assembler ».

b. Cette formulation suggère de considérer la somme 2 dòu et 7/10 de dòu, pourtant la suite laisse entendre que l'on utilise plutôt simplement l'entier 27 shēng.

三十七 也 為 法，
sān shí qī yě wéi fǎ
 {3}{10}{7} TOP faire diviseur
37 sert de diviseur,

又 置 二十七、 十 升 者
yòu zhì èr shí qī shí shēng zhě
 et poser {2}{10}{7} {10} shēng NMLZ
puis on pose 27 et 10 shēng que l'on

各 三 之 為 實，
gè sān zhī wéi shí
 chacun {3} 3OBJ faire dividende
triple chacun pour faire les dividendes,

實 如 法 而 一。/•67/
shí rú fǎ ér yī
 dividende comme diviseur TOP {1}
on effectue les divisions.

Pour la situation considérée, le point de saturation est atteint après avoir ajouté seulement 27 *shēng* d'eau à 10 *shēng* de laque alors que la norme prévoit l'ajout de 30 *shēng* d'eau, il reste ainsi 3 *shēng* d'eau non absorbée. Sur la surface de calcul, on effectue en parallèle les calculs qui montrent qu'à la place de ces 3 *shēng* d'eau non absorbée, on pourrait mettre $(3 \times 10) / 37 = 30/37$ *shēng* de laque et $(3 \times 27) / 37 = 2 + 7/37$ *shēng* d'eau remplissant un récipient d'une capacité de 40 *shēng* sans altérer les proportions initiales du mélange.

Pourtant, d'après le texte légal *Vérifications* [*Xiào 效*] de Shuihudi¹², si après l'ajout de 30 *shēng* d'eau il reste plus de 1 *shēng* d'eau non absorbé, alors la laque livrée n'est pas déclarée conforme et les responsables sont sanctionnés. Pourtant notre texte ne se préoccupe que de maintenir la proportion présente et pas de chercher comment la modifier pour éviter une sanction..

4-27. CHAMP D'IMPÔT

/68•/ 稅田

Shuìtián

champ d'impôt^a

Champ d'impôt

a. Nous appuyant sur XIAO Can (2010b, 35 37), PENG Hao (2010) et YU Zhenbo (2003), nous considérons que *shuìtián* 稅田, tout comme *yutian* 輿田 dans les sections 4-38 et 4-39, est un terme administratif qui désigne la qualification fiscale d'une parcelle allouée à un foyer. .

稅田 二十四 步,

shuìtián èr shí sì bù

champ d'impôt {2}{10}{4} *bù*

Pour un champ d'impôt de 24 *bù* [carrés],

八 步 一 斗,

bā bù yī dòu

{8} *bù* {1} *dòu*

[on applique un taux de] 1 *dòu* pour 8 *bù* [carrés],

租 三 斗。

zū sān dòu

taxe {3} *dòu*

cela donne une taxe de 3 *dòu*.

12. SHUIHUDI (1978, 122).

今 誤 券 三 斗 一 升，
jīn wù quàn sān dòu yī shēng
 actuel erreur bordereau {3} *dòu* {1} *shēng*

Considérons qu'un relevé erroné stipule en fait 3 *dòu* et 1 *shēng*,

問 幾何 步 一 斗。
wèn jǐhé bù yī dòu
 demander combien *bù* {1} *dòu*

on demande combien cela fait de *bù* [carrés] par *dòu*.

a. On cherche le taux d'imposition à quoi correspond ce montant de 3 *dòu* et 1 *shēng* (soit 31 *shēng*) appliqué pour un champ de 24 *bù*², alors que l'application du taux de 1 *dòu* pour 8 *bù* aurait dû conduire à une taxe de 3 *dòu*.

得 曰：
dé yuē

obtenir dire

La réponse est :

七 步 三十七^[sic]分 步 二十三 而 一 斗。
qī bù sān shí qī fēn bù èr shí sān ér yī dòu
 {7} *bù* {3}{10}{7}fēn *bù* {2}{10}{3} TOP {1} *dòu*

1 *dòu* pour 7 *bù* [carrés] et 23/37 [recte : 23/31] de *bù* [carré]^b.

a. Le caractère *qī* 七 {7} ici est une coquille, on devrait avoir *yī* 一 {1}.

b. Le texte énonce ici le taux d'imposition 1 *dòu* pour $7 + 23/31$ *bù*² correspondant au relevé erroné.

術 曰：
shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

三 斗 一 升 者 為 法， /●68/
sān dòu yī shēng zhě wéi fǎ
 {3} *dòu* {1} *shēng* NMLZ faire diviseur

On prend 3 *dòu* et 1 *shēng* comme diviseur^a,

a. En fait, la suite suggère que 3 *dòu* + 1 *shēng* est multiplié par 10 et que l'on utilise donc 30 *dòu* + 1 *dòu* = 31 *dòu* comme diviseur.

/69●/ 十 稅田，
shí shuìtián
 {10} champ d'impôt

on décuple [l'aire du] champ d'impôt^a,

a. C'est-à-dire que le texte demande de prendre 10×24 *bù* = 240 *bù* comme dividende.

令 如 法, 一 步。/●69/

lǐng rú fǎ yī bù

si comme diviseur {1} bù

si on effectue la division, on obtient le résultat en bù.

Cette section énonce le taux d'imposition de 1 *dǒu* de la production pour une superficie de 8 *bù*² qui devrait s'appliquer pour calculer la taxe due au titre d'un champ d'impôt de 24 *bù*². Le texte ne précise pas qu'on devrait alors s'acquitter de 3 *dǒu*, mais demande de calculer le taux 1 *dǒu* pour $7 + 23/31$ *bù*² qui est réellement appliqué dans le cas d'une surévaluation de 1 *shēng* du montant de la taxe. Il est notable que dans l'expression d'un taux de prélèvement c'est toujours la quantité prélevée 1 *dǒu* qui est prise comme constante et que c'est celle de la superficie imposée qui est considérée comme variable, cela est à mettre en relation avec l'absence d'unité quotient dans le texte (voir la section 2-4-8).

On peut imaginer une situation de prélèvement d'une taxe en nature et du calcul d'un réajustement lorsque survenait une dispute sur le montant perçu. Alternativement il pourrait être question de déterminer quelle parcelle supplémentaire il faudrait allouer à un cultivateur pour que le montant de l'impôt à percevoir puisse être augmenté de 1 *shēng*. On peut même envisager comme le fait Ma Biao (2001) qu'il pourrait s'agir de rectifier le bordereau lui-même pour le mettre en conformité non à la norme mais au montant perçu. Le système Han de distribution et d'imposition des terres agricoles n'est pas assez bien connu pour vraiment comprendre de quoi il retourne et le texte de cette section ne nous éclaire pas plus.

4-28. NORMALISATION DU BAMBOU

/70●/ 程 竹

chéng zhú

normer^a bambou

Normalisation du bambou

a. HAO Huifang (2008, 74 75) donne deux interprétations pour *chéng* 程 : 1) mesurer, jauger [*liángjì* 量計]; 2) norme [*guīgé* 規格, *biāozhǔn* 標準]. Dans notre corpus, ce terme n'apparaît que dans des réglementations administratives et situations d'imposition. Nous glosons et traduisons « norme » pour les usages nominaux (à l'exception des sections 4-34 et 4-37 où *chéng* signifie l'application d'un impôt), et nous glosons « normer » et traduisons « normalisation de » lorsque *chéng* fait fonction de verbe suivi d'un complément d'objet.

程 曰:

chéng yuē

norme dire

La norme stipule :

竹 大 八 寸 者 為
zhú dà bā cùn zhě wéi
 bambou grand {8} *cùn* NMLZ faire

Un bambou grand de 8 *cùn* [de diamètre]^a produit

a. PENG Hao (2001, 72) parle de diamètre. Avec l'estimation 1 *cùn* = 2,3 cm de HULSEWÉ (1985, 19), 8 à 9 *cùn* font 18 à 21 cm. C'est justement le diamètre maximal des bambous aujourd'hui cultivées en Chine, et il serait en revanche impossible d'avoir un rayon aussi grand. Sur la lamelle n° 153 (section 4-61), *dà* est associé à une circonférence, mais cela ne conviendrait pas ici car trop petit pour découper 183 lamelles.

三 尺 簡 百 八 十 三 。 今
sān chǐ jiǎn bǎi bā shí sān jīn
 {3} *chǐ* lamelle {10³} {8} {10} {3} actuel

183 lamelles de 3 *chǐ* [de long]^a. Considérons

a. On découpe 183 lamelles d'environ 70 cm de long sur la surface de la tige de bambou.

以 九 寸 竹 為 簡。
yǐ jiǔ cùn zhú wéi jiǎn
 avec {9} *cùn* bambou faire lamelle

une fabrication de lamelles avec un bambou de 9 *cùn* [de diamètre]^a.

a. Est introduite une situation où le diamètre du bambou n'est pas celui de la norme.

簡 當 幾 何 ? 曰 :
jiǎn dāng jǐ hé yuē
 lamelle falloir combien dire

Combien aura-t-on de lamelles ? La réponse est :

為 二 百 五 簡 八 分 簡 七。
wéi èr bǎi wǔ jiǎn bā fēn jiǎn qī
 faire {2}{10²} {5} lamelle {8} *fēn* lamelle {7}

On fait 205 lamelles et 7/8 de lamelle^a.

a. C'est le résultat que l'on obtient en appliquant une règle de trois : $(9 \text{ cùn} \times 183) \div 8 \text{ cùn}$.

術 曰 : 以 八 寸 為 法 。 /●70/
shù yuē yǐ bā cùn wéi fǎ
 procédure dire avec {8} *cùn* faire diviseur

On procède comme suit : On prend 8 comme diviseur^a.

a. L'instruction est lacunaire puisqu'elle omet de parler du dividende $9 \text{ cùn} \times 183$.

/71●/ 程 曰 : 八 寸 竹 一 簡
chéng yuē bā cùn zhú yī jiǎn
 norme dire {8} *cùn* bambou {1} CLF

La norme stipule : Un bambou de 8 *cùn* [de diamètre]

為 尺 五 寸 簡 三百六十六。

wéi chǐ wǔ cùn jiǎn sān bǎi liù shí liù

faire chǐ {5} cùn lamelle {3}{10²}{6}{10}{6}

produit 366 lamelles de 1 chǐ et 5 cùn^a.

a. Il s'agit de la même norme puisque que cela revient à dire que l'on a deux fois plus de lamelles si on les fait deux fois plus courtes.

今 欲

jīn yù

actuel souhaiter

Considérons que l'on souhaite

以 此 竹 為 尺 六 寸 簡。

yǐ cǐ zhú wéi chǐ liù cùn jiǎn

avec ce bambou faire chǐ {6} cùn lamelle

produire des lamelles de 1 chǐ et 6 cùn avec ce bambou.

簡 當 幾何? 曰:

jiǎn dāng jǐhé yuē

lamelle falloir combien dire

Combien aura-t-on de lamelles ? La réponse est :

為 三百二十[sic]^a三、 八分 簡 一。

wéi sān bǎi èr shí sān bā fēn jiǎn yī

faire {3}{10²}{2}{10}{3} {8}fēn lamelle {1}

On produit 323 [recte : 343] lamelles et 1/8 de lamelle^b.

a. Sur la lamelle, on voit que la ligature 廿 pour 20 est écrite là où on attendrait 卅 pour 40.

b. C'est le résultat que l'on obtient en appliquant la règle de trois ($15 \text{ cùn} \times 366$) \div 16 cùn.

術 曰:

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

以 十六 寸 為 法。 /●71/

yǐ shí liù cùn wéi fǎ

avec {10}{6} cùn faire diviseur

On prend 16 cùn comme diviseur^a.

a. L'instruction est lacunaire puisqu'elle omet de parler du calcul du dividende $15 \text{ cùn} \times 366$.

Le texte introduit une norme relative à la fabrication de lamelles découpées dans une tige de bambou de 8 *cùn* (environ 20 cm) de diamètre : on compte 183 lamelles longues de 3 *chǐ* (environ 70 cm) d'après la première formulation de la norme, ou 366 (le double de 183) de longueur 1 *chǐ* et 5 *cùn* (la moitié de 3 *chǐ*) d'après la seconde formulation. Notons que la norme ne mentionne pas la longueur de la tige de bambou utilisée.

Il s'agit des lamelles sur lesquelles on écrivait à l'encre et que l'on reliait avec des ficelles pour former des livres comme le *Livre sur les calculs* qui, comme Peng Hao (2001, 2) l'explique, était écrit sur des lamelles de 29 à 30 cm de long et de 6 à 7 mm de large. Cette norme devait instituer une valeur réglementaire pour tous les acteurs de la « filière lamelles de bambou », notamment les travailleurs salariés ou corvéables chargés de la découpe.

Certains bambous du genre *Phyllostachys* aujourd'hui cultivés dans le centre de la Chine peuvent atteindre 30 m de haut pour un diamètre de 18 cm. On pourrait trancher une telle tige en quatre sections¹³ de 3 *chǐ* sur la surface extérieure de chacune desquelles on découperait environ 45 lamelles pour finalement se conformer à l'exigence administrative de produire un total de 183 lamelles.

Les lamelles étaient découpées sur la circonférence extérieure des troncs cylindriques. Comme cette circonférence est directement proportionnelle au rayon (*circonférence* = $\pi \times \text{diamètre}$), alors on peut bien appliquer une règle de trois pour un diamètre qui diffère de celui de la norme. C'est ce que propose le texte quand est considéré un tronc de 9 *cùn* de diamètre.

Le second calcul fait varier la longueur des lamelles. On veut ici produire des lamelles de 16 *cùn*. Si la tige de bambou est assez longue pour être coupées en 8 sections de 16 *cùn* alors oui on pourrait produire 366 lamelles comme dans la version de la norme énoncée pour des lamelles de 15 *cùn*. Si la tige ne donne que 7 sections de 16 *cùn* alors on ne produira qu'environ $366 \times 7 \div 8 \approx 320$ lamelles. C'est ce que nous comprenons du processus de découpe, mais le texte se contente d'appliquer la règle de trois et exige 323 lamelles et 1/8 d'une lamelle. Ce résultat non entier montre à lui seul qu'il ne faudrait pas envisager le texte comme une recherche d'optimisation de l'utilisation de la matière première ou de la productivité. Le texte énonce une norme administrative qui fait abstraction de plusieurs aspects de la découpe concrète, et il montre comment appliquer cette norme quand on fait varier soit la longueur des lamelles à produire, soit le diamètre de la tige de bambou, seules ces deux variables sont envisagées, pas la longueur de la tige.

13. Il est impossible de produire 183 lamelles sur une seule section de 3 *chǐ* car les lamelles étaient uniquement découpées sur la circonférence extérieure de la tige cylindrique. 8 *cùn* (= 18 cm) correspond à une circonférence d'environ 58 cm qui découpée en 183 donnerait des lamelles de 3 mm de large qui seraient bien trop étroites, d'autant plus qu'il faudrait aussi compter les pertes dues à la découpe ; des lamelles de 4 mm de large portant des écritures ont bien été découvertes, mais jamais des lamelles de moins de 3 mm.

4-29. MÉDECIN

/72•/ 醫
yī
médecin

Médecin

程 曰：
chéng yuē

norme dire

La norme stipule :

醫 治 病 者 得 六 十 算
yī zhì bìng zhě dé liù shí suàn

médecin soigne malade NMLZ obtenir {6}{10} suàn

Un médecin qui soigne ses patients perçoit 60 suàn

... .. 負 二 十 算

... .. fù èr shí suàn

... .. payer {2}{10} suàn

[... ..] paye 20 suàn [... ..]

... .. 程 ... 弗 /•72/

... .. chéng ... fú

... .. norme ... NEG

[... ..] la norme [...] n'est pas [... ..]

/73•/ 得 六 十 而 負 幾 何 ? 曰 :

dé liù shí ér fù jǐ hé yuē

obtenir {6}{10} TOP payer combien dire

Combien paye-t-on quand on reçoit 60 ? La réponse est :

負 十 七 算 二 百 六 十 九 分 算 十 一 。

fù shí qī suàn èr bǎi liù shí jiǔ fēn suàn shí yī

payer {10}{7} suàn {2}{10²}{6}{10}{9} fēn suàn {10}{1}

On paye 17 suàn et 11/269 de suàn.

其 術 曰 :

qí shù yuē

3POSS procédure dire

Pour cela on procède comme suit :

以 今 得 算 為 法，

yǐ jīn dé suàn wéi fǎ

avec actuel obtenir suàn faire diviseur

On prend les suàn réellement^a perçus comme diviseur,

a. On pourra se reporter à la section 2-1-6 pour cette traduction de jīn 今 ici.

令 六十 乘 負 算 為 實。 /•73/

lìng liù shí chéng fù suàn wéi shí

CAUS {6}{10} multiplier payer suàn faire dividende

on fait que 60 multiplie les suàn payés pour faire le dividende.

Le mot *suàn* 算 désigne souvent le montant d'un impôt qui porte sur un individu, son montant exact en *qián* (pièces) variait d'une campagne d'imposition à une autre ; c'est ce que l'on constate par exemple avec le texte de la lamelle de bois n° 5 excavée de la tombe Han n° 10 datée d'environ - 141 et située à Fenghuangshan dans l'ancien district de Jiangling de la ville de Jingzhou¹⁴. Un *suàn* désignait aussi une ligature (*suànmin* 算緡) constituée par des pièces de monnaie enfilées sur une cordelette ou un fil, et on conjecture que l'impôt éponyme devait être versé sous cette forme matérielle. Dans cette section du *Livre sur les calculs*, *suàn* pourrait désigner les honoraires perçus au titre de chaque malade.

Mais la lamelle n° 72 qui porte le début du texte de cette section est noircie au-delà des capacités actuelles de rénovation, le texte visible est donc lacunaire. Dauben (2008, 133) conjecture qu'il s'agit d'une situation où l'on applique la règle de trois pour calculer ce qui serait dû pour des honoraires de 60 *suàn*, la partie illisible du texte devait mentionner $5 + 183/269$ *suàn* comme somme qui aurait été payée pour des honoraires de 20 *suàn* ; la règle de trois permettant alors de calculer $(5 + 183/269 \text{ suàn}) \times 60 \div 20$ qui fait bien $17 \text{ suàn} + 11/269$ de *suàn*. Le montant $5 + 183/269$ *suàn* est obtenu en menant le calcul à l'envers. Cette reconstruction fait sens et elle guide notre traduction de ces bribes de texte.

14. *Jiangling Fenghuangshan* 江陵鳳凰山 dans la commune de Jingzhou 荊州, province du Hubei. QIU Xigui (1974) donne la transcription de ce corpus, et QIAN Boquan (1983) montre ce que l'on y apprend en matière d'imposition.

4-30. TAUX POUR UN « SHÍ »

/74•/ 石 率
shí lǜ
shí taux

Taux pour un *shí*^a

a. Le texte propose une méthode pour déterminer le prix de 1 *shí* de n'importe quel produit, et on voit dans la suite que *shí* désigne à la fois l'unité de masse et celle de capacité.

石 率 之 術 曰：
shí lǜ zhī shù yuē
shí taux DET procédure dire

Pour déterminer un taux pour un *shí* on procède comme suit :

以 所 買賣^a 為 法，
yǐ suǒ mǎimài wéi fǎ
avec ce que acheter-vendre faire diviseur

On prend comme diviseur ce qui a été vendu ou acheté,

a. C'est ainsi que WENWU (2001) interprète très raisonnablement le texte sur lamelle n°74 qui écrit en fait un caractère suivi d'un signe de redoublement. Ce caractère est une forme sigillaire de *mài* 賣 (vendre) qui ressemble fort à *mǎi* 買 (acheter) et se distingue mal aussi de *gǔ* 賈 (acheter).

以 得 錢 乘 一 石 數
yǐ dé qián chéng yī shí shù
avec obtenir *qián* multiplier {1} *shí* nombre

on multiplie 1 *shí* par les *qián* obtenus^a

a. Le montant payé en *qián* multiplié par 1 reste inchangé sur la surface de calcul, mais l'unité qu'on lui affecte est devenue *shí*, c'est une instruction concernant l'affectation des unités. La division par la quantité achetée donnera alors un nombre sans unité. On comprend alors qu'un taux *lǜ* n'est pas tout à fait conçu comme notre prix par kilogramme ou par litre, la différence n'est pas numérique, elle concerne les unités affectées au nombre.

以 為 實，
yǐ wéi shí
pour faire dividende
formant le dividende,

其 下 有 半 者 倍 之，
qí xià yǒu bàn zhě bèi zhī
3POSS dessous avoir {1/2} NMLZ double 3OBJ
si le plus grand dénominateur est 2, alors on double tout,

少半 者 三 之，

shǎobàn zhě sān zhī

{1/3} NMLZ {3} 3OBJ

si le plus grand dénominateur est 3, alors on multiplie tout par 3^a,

a. On voit une illustration de cette multiplication par 3 dans la section suivante où cela permet de faire disparaître un quotient de dénominateur 3.

有 斗、 升、 斤、 兩、 銖 者，

yǒu dòu shēng jīn liǎng zhū zhě

avoir *dòu shēng jīn liǎng zhū* NMLZ

s'il y a des *dòu*, des *shēng*, des *jīn*, des *liǎng* ou des *zhū*^a,

a. Le même terme *shí* peut désigner une unité de capacité et une unité de masse, le texte règle les deux cas en même temps : *dòu* et *shēng* sont des sous-unités de l'unité de capacité *shí*, et *jīn*, *liǎng* et *zhū* sont des sous-unités de l'unité de masse *shí*.

亦 皆 /•74//75•/ 破 其 上，

yì jiē /•74//75•/ pò qí shàng

de même tout casser 3POSS dessus

on convertit en la même petite unité toutes les unités supérieures^a,

a. On convertit dans la plus petite unité présente tout ce qui est dans des unités plus grandes.

令 下 從 之

lìng xià cóng zhī

CAUS dessous ajouter 3OBJ

et l'on y ajoute ce qui était dans l'unité la plus petite

以 為 法。

yǐ wéi fǎ

pour faire diviseur

formant le diviseur^a.

a. On ajoute la quantité qui était déjà dans l'unité la plus petite, on forme ainsi le diviseur.

錢 所 乘 亦 破 如 此。 /•75/

qián suǒ chéng yì pò rú cǐ

qián ce que multiplier de même casser comme ceci

Ce qui multiplie les *qián*^a se convertit de la même façon^b.

a. On « affecte » l'unité *shí* au nombre de *qián*, le texte dit « multiplier ».

b. L'unité *shí* affectée aux *qián* est convertie dans la même sous unité que le diviseur.

La présente section décrit une procédure générale pour calculer un « taux pour un *shí* » qui est le prix d'une quantité de 1 *shí* de n'importe quel produit. C'est le quotient :

montant payé (exprimé en *qián*) × 1 *shí* / *quantité* (exprimée en *shí*).

En multipliant le montant payé par 1 *shí*, la procédure fait en sorte que le prix (ou ce taux) ne soit pas exprimé en *qián/shí*, mais en *qián*. Une telle instruction qui demande la « multiplication par 1 » révèle une préoccupation conceptuelle (l'homogénéisation des unités) et ne relève pas du calcul numérique. Cette façon d'opérer révèle une volonté d'éviter les unités quotients qui est omniprésente dans le *Livre sur les calculs*.

La procédure stipule d'abord le quotient que l'on considère. Puis, pour éliminer les fractions dans le diviseur et le dividende, on multiplie par le plus petit dénominateur présent. Ensuite, pour la quantité négociée qui est une somme de *shí*, *dǒu*, *shēng* pour les capacités ou de *shí*, *jīn*, *liǎng*, *zhū* pour les masses, il est demandé de convertir dans la plus petite unité présente. Avant de pouvoir effectuer la division de deux entiers, il faut encore convertir dans la même unité le dividende à qui l'on venait d'affecter l'unité *shí*.

La section suivante fournit un exemple d'application.

4-31. ACQUISITION DE SEL

/76•/ 賈 鹽
gǔ yán
acquérir sel

Acquisition de sel

今 有
jīn yǒu
actuel avoir

Considérons

鹽 一 石 四 斗 五 升 少 半 升，
yán yī shí sì dǒu wǔ shēng shǎobàn shēng
sel {1} shí {4} dǒu {5} shēng {1/3} shēng

1 shí 4 dǒu 5 shēng et 1/3 de shēng de sel^a,

a. La quantité de sel est mesurée en unités de capacité ; c'est encore le cas dans les textes du III^e siècle excavés à Zoumalou présentés par HOU Xudong (2004).

賈 取 錢 百 五 十，
gǔ qǔ qián bǎi wǔ shí
marchant^a prendre qián {10³}{5}{10}

le marchand gagne 150 qián dont

a. Nous suivons ici l'interprétation de PENG Hao (2001, 74, note 1) : l'occurrence de gǔ 賈 dans le titre de la section a fonction de verbe suivi d'un complément d'objet, mais ici gǔ 賈 signifie un négociant.

欲 石 率 之，
 yù shí lǜ zhī
 souhaiter shí taux 3OBJ

on souhaite déterminer le taux pour 1 shí^a.

a. L'expression *shí lǜ* de la section précédente est ici utilisée comme un verbe.

為 錢 幾何？ 曰：
 wéi qián jǐhé yuē
 faire qián combien dire

Combien de qián cela fait-il ? La réponse est :

百三 錢 四百三十六分 錢 九十五[sic]^a.
 bǎi sān qián sì bǎi sān shí liù fēn qián jiǔ shí wǔ
 {10²}{3} qián {4}{10²}{3}{10}{6}fēn qián {9}{10²}{5}

103 qián et 95/436 [recte : 92/436] de qián.

a. La cohérence des calculs suggère qu'il faudrait avoir 二 {2} au lieu de 五 {5}.

術/•76/177•/ 曰：
 shù yuē
 procédure dire

On procède comme suit :

三 鹽 之 數 以 為 法，
 sān yán zhī shù yǐ wéi fǎ
 {3} sel DET nombre pour faire diviseur

On triple la quantité de sel pour faire le diviseur^a,

a. En multipliant par 3, on élimine le dénominateur 3 de « 1/3 de *shēng* », et on travaille désormais avec 3 *shí* 12 *dǒu* 16 *shēng* de sel, que l'on convertit en 436 *shēng* de sel, puisque 1 *shí* = 10 *dǒu* = 100 *shēng*.

亦 三 一 石 之 升 數，
 yì sān yī shí zhī shēng shù
 de même {3} {1} shí DET shēng nombre

de même on triple le nombre de shēng de 1 shí^a,

a. Comme le stipule la procédure dans la section 4-30, le nombre de *qián* est multiplié par 1 *shí* pour que le dividende soit de l'unité *shí* comme l'est le diviseur, mais comme ce diviseur est converti en *shēng* et triplé, alors on opère les mêmes opérations (changement d'unité et multiplication par 3) sur le dividende.

以 錢 乘 之 為 實。/•77/
 yǐ qián chéng zhī wéi shí
 avec qián multiplier 3OBJ faire dividende

que l'on multiplie par les qián pour faire le dividende^a.

a. Le dividende est donc 3 × 150 × 100 *shēng*.

Cette section applique à une situation d'achat de sel la procédure de calcul d'un « taux pour 1 *shí* » que la section précédente énonçait de façon générale.

Le diviseur est le triple de la quantité de sel acheté convertie en *shēng* (la plus petite unité présente) :

$$3 \times (1 \textit{ shí} + 4 \textit{ dǒu} + 5 \textit{ shēng} + 1/3 \textit{ shēng}) = 436 \textit{ shēng}.$$

La multiplication par 3 permet d'éliminer le dénominateur 3 de la fraction 1/3, une méthode de formatage en nombres entier qui est mentionnée dans la section précédente. Le dividende est le nombre de *qián* qui est de même multiplié par 3, et qui est multiplié par 100 *shēng* (la valeur en *shēng* de 1 *shí*) pour qu'il soit affecté de la même unité que le diviseur, on effectue finalement la division $45\,000 \div 436$ qui donne le taux $(103 + 92/436)$ *qián* sans unité quotient.

4-32. SOIE ÉCRUE ET SOIE DÉCREUSÉE

/78•/ 絲 練
sī liàn
soie écrue soie décreusée

Soie écrue et soie décreusée

以 絡絲 求 練,
yǐ luò sī qiú liàn
avec soie écrue requérir soie décreusée
Pour le change de la soie écrue en soie décreusée,

因而 十二 之
yīn ér shí èr zhī
multiplier par {10}{2} 3OBJ
on la multiplie par 12

除 十六 而 得 一。 /•78/
chú shí liù ér dé yī
retrancher {10}{6} TOP obtenir {1}
et divise par 16.

La soie écrue est filée à partir des cocons des vers à soie. Elle est couverte de séricine que l'on élimine en la faisant bouillir donnant la soie décreusée qui peut recevoir une teinture.

Le décreusage conduit à une diminution d'environ 1/4 de la masse d'après Maillot et Lambert (1906, 284). Le rapport indiqué par le texte rend compte

de cette situation : la fraction 12/16 se simplifiant en 3/4, cela signifie que la masse de la soie décreusée est 3/4 de celle de la soie écrue, autrement dit que 1/4 de la masse initiale a été perdue. Mais la formulation avec *qiú* 求 (requérir, section 2-1-11) est la même qui est employée pour les questions de change entre produits agricoles, par exemple dans les sections 4-43 à 4-45, il est donc fort possible que cette section traite d'une norme d'échange plutôt qu'un point technique dans la chaîne de production de la soie.

4-33. PRÉPARATION À BASE DE GRAS

/79•/ 挈 脂
rú zhī
 mélanger gras

Préparation à base de gras^a

a. Le morphème *rú* 挈 s'interprète ici comme un verbe (mélanger) dont le complément d'objet est *zhī* 脂 (gras) ; ailleurs dans le texte, il assumera une fonction nominale (un mélange, une préparation à base d'ingrédients divers). La juxtaposition *rú zhī* 挈脂 est une construction prédicative que l'on traduit directement « mélanger du gras » ou avec la forme nominale « préparation à base de gras » selon ce qui convient dans la phrase française.

有 米 三 斗， 問
yǒu mǐ sān dòu wèn
 avoir grain décortiqué {3} *dòu* demander

On dispose de 3 *dòu* de grain^a, on demande

a. *Mǐ* 米 désigne un grain décortiqué, rien n'indique s'il s'agit de millet ou de riz et nous traduisons simplement par grain.

用 脂、 米 各 幾何，
yòng zhī mǐ gè jǐhé
 utiliser gras grain chacun combien

combien on utilise respectivement de gras et de grain

為 挈 幾何。 曰：
wéi rú jǐhé yuē

faire mélange combien dire

pour produire quelle quantité de la préparation. La réponse est :

用 脂 六 斤、 水 二[*sì*]^a 升 半 升，
yòng zhī liù jīn shuǐ èr shēng bàn shēng
 utiliser graisse {6} *jīn* eau {2} *shēng* {1/2} *shēng*

On utilise 6 *jīn* de gras, 2 [recte : 4] *shēng* et demi d'eau,

a. La cohérence des calculs implique qu'il faudrait *sì* 四 {4} et non *èr* 二 {2}.

為 挈 脂
wéi rú zhī
faire mélanger gras

pour produire la préparation à base de gras en quantité de

十 斤 十二 兩 十九 銖 五分 銖 一。
shí jīn shí èr liǎng shí jiǔ zhū wǔ fēn zhū yī
{10} jīn {10}{2} liǎng {10}{9} zhū {5}fēn zhū {1}

10 jīn 12 liǎng 19 zhū et 1/5 de zhū^a.

a. Ici les termes canoniques 15 : 20 : 10 : 36 pour respectivement l'eau, le gras, le grain et la préparation (ils ont énoncés plus loin) ont tous été multipliés par 6 et divisés par 20. Le lecteur qui souhaite vérifier les calculs pourra commencer par convertir 36 jīn en 13 824 zhū, et 10 jīn 12 liǎng 19 zhū et 1/5 de zhū en 4 147 zhū et 1/5 de zhū.

為 挈, 米/●79//80●/ 一 斗、
wéi rú mǐ yī dòu
faire mélange grain {1} dòu

La production de la préparation nécessite 1 dòu de grain,

水 一 斗 半 升[sic]^a、 脂 二十 斤,
shuǐ yī dòu bàn shēng tú zhī èr shí jīn
eau {1} dòu {1/2} shēng tú gras {2}{10} jīn

1 dòu et 1/2 shēng [recte : dòu] d'eau, 20 jīn de gras tú,

a. La cohérence des calculs impose d'avoir ici l'unité dòu 斗 à la place de shēng 升.

為 挈 脂 三十六 斤。
wéi rú zhī sān shí liù jīn
faire mélanger gras {3}{10}{6} jīn

pour produire 36 jīn de préparation à base de gras^a.

a. Le texte énonce ici les termes canoniques de la proportion : 15 : 20 : 10 : 36 respectivement pour l'eau, le gras, le grain et la préparation.

今 有 脂 五 斤, 問
jīn yǒu mù zhī wǔ jīn wèn
actuel avoir mù gras {5} jīn demander

Considérons 5 jīn de gras mù, on demande

用 米、 水 為 挈 各 幾何。
yòng mǐ shuǐ wéi rú gè jǐhé
utiliser grain eau faire mélange chacun combien
les quantités respectives de grain et d'eau utilisées et de préparation.

得 曰： 用 米 二 斗[sic]^a 半 升，
dé yuē yòng mǐ èr dòu bàn shēng
 obtenir dire utiliser grain {2} *dòu* {1/2} *shēng*

Le résultat est : On utilise 2 *dòu* [recte : *shēng*] et 1/2 de *shēng* de grain,

a. La cohérence des calculs révèle une nouvelle coquille concernant les unités : il faudrait ici avoir *shēng* 升 à la place de *dòu* 斗.

水/●80/81●/ 三 斗[sic]^a 四分 升 三，
shuǐ sān dòu sì fēn shēng sān
 eau {3} *dòu* {4}fēn *shēng* {3}

3 *dòu* [recte : *shēng*] 3/4 de *shēng* d'eau,

a. La cohérence numérique montre qu'ici encore il faut *shēng* 升 et non *dòu* 斗.

為 掣 九 斤。
wéi rú jiǔ jīn
 faire mélange {9} *jīn*

produisant 9 *jīn* de préparation^a.

a. Ces résultats sont obtenus en multipliant par 5 et divisant par 20 chacun des termes canoniques de la proportion.

術 曰： 以 二十 為 法，
shù yuē yǐ èr shí wéi fǎ
 procédure dire avec {2}{10} faire diviseur

On procède comme suit : Le diviseur est 20,

置 水 十五、 米 十、 掣 三十六
zhì shuǐ shí wǔ mǐ shí rú sān shí liù
 poser eau {10}{5} grain {10} mélange {3}{10}{6}

on pose 15 pour l'eau, 10 pour le grain, 36 pour la préparation^a

a. On représente sur la surface de calcul les quatre termes canoniques de la proportion.

以 五 乘 之 為 實，
yǐ wǔ chéng zhī wéi shí
 avec {5} multiplier 3OBJ faire dividende

que l'on multiplie par 5 pour faire les dividendes,

實 如 法 得
shí rú fǎ dé
 dividende comme diviseur obtenir

on effectue les divisions et on obtient

水、米 各 一 升、 挈 一 斤。 /•81/

shuǐ mǐ gè yī shēng rú yī jīn

eau grain chacun {1}^a shēng mélange {1}^b jīn

l'eau et le grain respectivement en shēng, et la préparation en jīn.

a. Le numéral {1} suivi de l'unité de capacité shēng signifie que les quantités d'eau et de grain sont exprimées dans cette unité.

b. Le numéral {1} suivi de l'unité de masse jīn signifie que la quantité de préparation est exprimée dans cette unité.

/82•/ 不 盈，

bù yíng

NEG excéder

Si les restes sont trop petits,

以 法 命 分。

yǐ fǎ mìng fēn

avec diviseur nommer fraction

on en fait des fractions dont les dénominateurs sont le diviseur^a.

a. Cela concerne ici les quantités d'eau et de grain ; dans les résultats annoncés, les fractions ont été simplifiées et ne sont donc pas données avec le diviseur 20 comme dénominateur.

186

其 以 挈、 米、 𧄀 亦 一 兩，

qí yǐ rú mǐ tǔ yì yī liǎng

3POSS avec mélange grain tǔ de même {1}^a liǎng

En mettant les quantités de la préparation, du grain et de tǔ en liǎng,

a. Le numéral {1} suivi de liǎng signifie que l'on affecte cette unité aux quantités de gras, de préparation et de grain.

得 𧄀 九 分 之 五 也。 /•82/

dé mù jiǔ fēn zhī wǔ yě

obtenir mù {9}fēn zhī {5} DECL

pour le gras mù on obtient [un taux de]^a 5/9.

a. Nous comprenons qu'ici, comme dans la section 4-30, on affecte une même unité aux quantités de gras, de préparation et de grain de manière à obtenir des taux sans unité ; le taux 5/9 étant la proportion en masse du gras dans la préparation.

Dans cette section, la liste de quatre nombres 15 : 20 : 10 : 36 modélise les proportions entre l'eau, le gras, le grain utilisés et la préparation que l'on produit avec les trois ingrédients. C'est-à-dire qu'il faut 15 shēng d'eau, 20 jīn de gras et 10 shēng de grain pour produire 36 jīn de la préparation.

Le texte original écrit sur les lamelles de bambou porte clairement trois sinogrammes différents 膾, 𩚑 et 𩚒 pour désigner le composant qui s'ajoute à du grain décortiqué (le texte ne précise pas s'il s'agit de riz ou de millet) et à de l'eau pour préparer une certaine préparation à base de gras. *Zhī* 膾 est un terme générique pour le gras. Les sinogrammes 𩚑 et 𩚒 sont représentés ici avec des images parce qu'aucune police de caractères ne les inclut, cela pour la bonne raison qu'ils n'ont été rencontrés dans aucun autre corpus. Du coup on n'en sait pas la lecture et, par commodité, nous proposons *tǔ* pour 𩚑 parce que l'on y voit l'élément graphique *tǔ* 土, et *mù* pour 𩚒 parce qu'il comporte *mù* 目, il s'agit d'un expédient qui attribue au caractère la prononciation de l'un de ses éléments graphiques¹⁵. Peng Hao (2001, 76, note 7) estime que *tǔ* 𩚑 et *mù* 𩚒 pourraient n'être que des variantes de *tú* 膾 (gras de porc), mais il maintient les deux graphies dans sa transcription.

La fin de la section semble être un nouvel exemple (ici pour la masse et pas pour le prix) de calcul de taux sans unité comme on l'avait vu dans les sections 4-30 et 4-31 avec des « taux pour 1 *shí* ». Le texte précise que l'on a 5/9 de gras dans la masse de la préparation. Nous en déduisons qu'il y a aussi 3/9 d'eau et 1/9 de grain¹⁶ dans la masse de la préparation.

4-34. PRÉLÈVEMENTS D'IMPÔTS

187

/83•/ 取 程
qǔ chéng
 prendre imposition

Prélèvements d'impôts^a

a. Voir dans la section 4-28 la note concernant *chéng* 程 qui généralement désigne une norme. Mais la présente section donne trois cas de prélèvements en nature d'un impôt sur les récoltes et non des énoncés de normes.

取 程 十 步 一 斗
qǔ chéng shí bù yī dòu
 prendre norme {10} bù {1} dòu

Pour 10 *bù* [carrés] on prélève un impôt de 1 *dòu* [de grain frais]

今 乾 之 八 升。
jīn gān zhī bā shēng
 actuel sécher 3OBJ {8} *shēng*
qui font en réalité 8 *shēng* après séchage.

15. C'est ce que proposait déjà DAUBEN (2008, 134-135).

16. On en déduit que ce grain décortiqué pèse 500 g par litre, soit une densité compatible aussi bien avec le riz qu'avec le millet.

問 幾何 步 一 斗。
wèn jǐhé bù yī dòu
demander combien *bù* {1} *dòu*

On demande combien de *bù* [carrés] donnent 1 *dòu* [de grain séché].

問^a 得 曰：
wèn dé yuē
demander obtenir dire

On demande le résultat qui s'énonce :

a. Les résultats sont souvent introduits par *dé yuē* 得曰, et *wèn* 問 semble superflu.

十二 步 半 一 斗。
shí èr bù bàn yī dòu
{10}{2} *bù* {1/2} {1} *dòu*
12 *bù* et 1/2 pour 1 *dòu* [de grain séché].

術 曰： 八 升 者 為 法，
shù yuē bā shēng zhě wéi fǎ
procédure dire {8} *shēng* NMLZ faire diviseur

On procède comme suit : Les 8 *shēng* servent de diviseur,

置 一 升^[sic] 步 數
zhì yī shēng bù shù
poser {1} *shēng bù* nombre

on pose le nombre de *bù* [carrés] qui donne 1 *shēng* [recte : 1 *dòu*]

a. La cohérence numérique commande que l'on ait l'unité *dòu* 斗 et non *shēng* 升.

而 十 之， 如 法 一 步。 /•83/
ér shí zhī rú fǎ yī bù
CONJ {10} 3OBJ comme diviseur {1} *bù*

et on le multiplie par 10^a, on divise formant le résultat en *bù*.

a. On représente sur la surface de calcul les 10 *bù*² de l'énoncé du cas et on multiplie par 10 qui est le nombre de *shēng* que fait 1 *dòu*, autrement dit le dividende est converti en *shēng* qui est l'unité affectée au diviseur. On peut alors effectuer une règle de trois.

/84•/ 程 三十七 步
chéng sān shí qī bù
norme {3}{10}{7} *bù*

Pour 37 *bù* [carrés] on prélève l'impôt et

得 禾 十 九 斗 七 升。
dé hé shí jiǔ dòu qī shēng
 obtenir grain {10}{9} dòu {7} shēng
on obtient 19 dòu et 7 shēng de grain.

問 幾 何 步 一 斗。
wèn jǐhé bù yī dòu
 demander combien bù {1} dòu
On demande combien de bù [carrés] donnent 1 dòu.

得 曰： 減 田 十 一 [sic] 步 又
dé yuē jiǎn tián shí yī bù yòu
 obtenir dire réduire champ {10}{1} bù et

Le résultat est : La parcelle unitaire^a fait 11 bù [carrés] et

a. On connaît l'expression *jiǎn tián zū* 減田租 dans les *Annales de l'empereur Hui* du *Livre des Han* [*Hàn shū – Hui Dì jì* 漢書·惠帝紀], où elle signifie « réduire l'imposition des champs » ; mais, l'expression *jiǎn tián* semble relever ici d'une autre problématique. Il serait plutôt question de la superficie qui donnerait une taxe de 1 dòu quand on effectuerait un prélèvement en nature, d'où notre traduction conjecturale « parcelle unitaire ». Nous gardons, du moins provisoirement, le mot à mot « réduire champ ».

九十七 [sic] 分 步 七十九 [sic] 步^a 而 一 斗。 /●84/
jiǔ shí qī fēn bù qī shí jiǔ bù ér yī dòu
 {9}{10}{7}fēn bù {7}{10}{9} bù TOP {1} dòu
79/97 de bù [carré] [recte : 1 bù² et 179/197 bù²] b pour 1 dòu.

a. Usuellement, l'unité est affectée à la partie entière et peut être répétée dans la partie fractionnaire après le dénominateur. On voit ici l'unique occurrence dans le corpus d'une répétition du nom de l'unité après le numérateur d'une fraction.

b. Le résultat énoncé 11 + 79/97 est incohérent avec les données et on attendait 1 + 179/197. L'erreur est peut être due à une transcription fautive des nombres lus sur la surface de calcul.

/85●/ 取 程 五 步 一 斗
qǔ chéng wǔ bù yī dòu
 prendre norme {5} bù {1} dòu

Pour 5 bù [carrés] on prélève en impôt 1 dòu [de grain frais]

今 乾 之 一 斗 一 升。
jīn gān zhī yī dòu yī shēng
 actuel sécher 3OBJ {1} dòu {1} shēng

qui font en réalité 1 dòu et 1 shēng après séchage^a.

a. C'est aberrant puisque cela signifierait qu'un volume 10 shēng de grain frais donnerait un volume supérieur (11 shēng) après séchage.

欲 減 田 令 一 斗。
yù jiǎn tián lìng yī dòu
souhaiter réduire champ CAUS {1} dòu

On veut la parcelle unitaire qui donne 1 dòu.

得 曰： 減 田 十一分 步 五。
dé yuē jiǎn tián shí yī fēn bù wǔ
obtenir dire réduire champ {10}{1}fēn bù {5}

la réponse est : La parcelle unitaire fait 5/11 de bù [carré]^a.

a. C'est le résultat des instructions de calcul qui suivent à un facteur 10 près.

術 曰：
shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

以 一 斗 一^a 升 數 乘 五 步，
yǐ yī dòu yī shēng shù chéng wǔ bù
avec {1} dòu {1} shēng nombre multiplier {5} bù

On multiplie 5 bù [carrés] par le nombre de shēng de 1 dòu,

a. On peut comprendre le numéral {1} dans son acception « unifier » qui servirait à renforcer l'expression de la conversion de 1 dòu en 10 shēng. Alternativement, le caractère pourrait avoir été ajouté par erreur.

令 十一 而 一。 /•85/
lìng shí yī ér yī
CAUS {10}{1} TOP {1}

on divise par 11^a.

a. Ces instructions demandent d'effectuer $5 \times 10 \div 11$ ce qui donne 50/11.

La section montre trois situations de levées d'impôts en nature. La problématique est dans chaque cas de trouver l'aire du champ qui donnerait un prélèvement de 1 dòu pour le taux de prélèvement considéré, et il faut donc à chaque fois effectuer une règle de trois pour obtenir ce que nous convenons d'appeler « parcelle unitaire » pour une situation d'imposition donnée. Dans le texte on voit l'expression *jiǎn tián* 減田 qui semble justement la désigner. On retrouve la même problématique dans les sections 4-27, 4-35, 4-37, 4-38 et 4-39 ; elle pourrait refléter une organisation de la distribution des terres agricoles qui anticiperait le prélèvement d'un nombre entier de dòu de grain ; on peut aussi envisager pour la présente section ainsi que pour les sections 4-35 et 4-37 qu'une norme ait été initialement écrite pour du grain frais mais que la

taxe est en fait perçue en grain séché, ce qui incite à chercher la correspondance entre les deux. La « parcelle unitaire » est peut-être simplement la forme canonique d'énonciation d'un taux d'imposition qui serait liée à l'évitement des unités quotients dont il est question dans nos sections 2-4-8 et 4-30.

4-35. DÉPERDITION SUR LA TAXE

/86•/ 耗 租
hào zū
 perdre taxe

Déperdition sur la taxe

耗 租： 產 多 乾 少。
hào zū chǎn duō gān shǎo
 perdre taxe produire davantage sécher moindre

La déperdition sur la taxe : Il y a moins en grain sec qu'en grain frais.

曰 取 程：
yuē qǔ chéng
 dire prendre norme

On stipule que la norme de prélèvement est :

七 步 四分 步 一 斗
qī bù sì fēn bù yī dòu
 {7} bù {4}fēn bù {1} dòu

1 *dòu* [de grain frais] pour 7 *bù* [carrés] et 1/4 de *bù* [carré]

今 乾 之 七 升 少半 升，
jīn gān zhī qī shēng shǎobàn shēng
 actuel sécher 3OBJ {7} *shēng* {1/3} *shēng*

ce qui fait en réalité 7 *shēng* et 1/3 de *shēng* après séchage ;

欲 求 一 斗 步 數。
yù qiú yī dòu bù shù
 souhaiter requérir {1} *dòu bù* nombre

on veut trouver le nombre de *bù* [carrés] pour 1 *dòu* [de grain sec].

術 曰： 置 十 升 以 乘
shù yuē zhì shí shēng yǐ chéng
procédure dire poser {10} shēng pour multiplier

On procède comme suit : On pose 10 shēng qui multiplie

七 斗[sic]^a 四分 步/●86//87●/ 一,
qī dǒu sì fēn bù yī
{7} dǒu {4}fēn bù {1}

7 dǒu [recte : bù] et 1/4 de bù^b,

a. On devrait avoir ici l'unité de longueur *bù* et non celle de capacité *dǒu*.

b. Sur la surface de calcul on pose 10 qui multiplie 7 + 1/4.

如 乾 成 一 數 也。
rú gān chéng yī shù yě

comme sécher devenir {1} nombre DECL

on divise^a par la quantité de grain sec donnant le nombre^b.

a. C'est la locution *chéng yī* 成一 qui exprime l'opération de division.

b. Pour obtenir le nombre annoncé 9 + 39/44, on effectue $10 \times (7 + 1/4) \div (7 + 1/3)$; le texte ne dit rien des manipulations opératoires sur la surface de calcul.

192

曰：

yuē

dire

Cela donne :

九 步 四十四分 步 三十九 而 一 斗。
jiǔ bù sì shí sì fēn bù sān shí jiǔ ér yī dǒu
{9} bù {4}{10}{4}fēn bù {3}{10}{9} TOP {1} dǒu

9 bù [carrés] et 39/44 de bù [carré] pour 1 dǒu.

程 它 物 如 此。/●87/
chéng tā wù rú cǐ

norme autre objet comme ceci

D'autres récoltes se normalisent de la même manière.

Dans cette section comme dans la précédente, il s'agit d'appliquer la règle de trois pour calculer la « parcelle unitaire » c'est-à-dire l'aire d'une parcelle qui donnerait 1 *dǒu* de grain séché pour l'imposition considérée.

La diminution du volume due au séchage est exprimée en terme de « déperdition » de l'impôt. En tous cas il y a une différence qui incite à « normaliser » en termes de grain sec.

4-36. NORMALISATION DU GRAIN

/88•/ 程 禾
chéng hé
 normer grain

Normalisation du grain^a

a. Le terme *hé* 禾 peut servir à désigner le millet commun, mais c'est aussi l'appellation générique qui désigne le millet en panicules (non égrené) et le riz en épis. La section stipule des normes pour les deux céréales d'où notre traduction avec le terme générique *grain*.

禾 黍 一 石
hé *shǔ* *yī* *shí*

petit mil non égrené millet commun non égrené {1} *shí*

1 *shí* [en masse]^a de petit mil ou de millet commun en panicules^b

a. Ici 1 *shí* est mis en équivalence avec un volume de 16 *dǒu* et 2/3 de *dǒu*, or 1 *shí* volumique fait 10 *dǒu*, par conséquent ici 1 *shí* doit s'entendre comme l'unité de masse et non comme celle de capacité.

b. La section traite ensemble des deux espèces de millet *hé* 禾 et *shǔ* 黍.

為 粟 十六 斗 大半 斗，
wéi *sù* *shí liù* *dǒu* *taibàn* *dǒu*
 faire millet égrené {10}{6} *dǒu* {2/3} *dǒu*

fait 16 *dǒu* et 2/3 de *dǒu* de millet égrené^a,

a. Il s'agit de la standardisation administrative du rapport entre une masse de 1 *shí* de millet frais et le volume de grain égrené que l'on obtient après battage.

舂 之 為 糲米 一 石，
chōng *zhī* *wéi* *límǐ* *yī* *shí*
 piler 3OBJ faire millet décortiqué {1} *shí*

ce qui fait 1 *shí* [volumique] de millet décortiqué après pilage^a,

a. Comme 1 *shí* volumique vaut 10 *dǒu*, la norme stipule donc un rapport de 3/5 pour les valeurs d'échanges en volume du millet égrené *sù* et du millet décortiqué *límǐ* : un volume donné de millet égrené vaut 3/5 de ce volume en millet décortiqué.

糲米 一 石 為 粳米 九 斗，
límǐ *yī* *shí* *wéi* *zuòmǐ* *jiǔ* *dǒu*
 millet décortiqué {1} *shí* faire millet poli {9} *dǒu*

1 *shí* [volumique] de millet décortiqué fait 9 *dǒu* de millet poli^a,

a. La norme stipule donc un rapport de 9/10 pour les valeurs d'échanges en volume du millet décortiqué *límǐ* et du millet poli *zuòmǐ* : un volume donné de millet décortiqué vaut 9/10 de ce volume en millet poli.

粟米 九 斗 為 穀米 八 斗。 /●88/

zuòmǐ jiǔ dòu wéi hǔmǐ bā dòu

millet poli {9} dòu faire millet affiné {8} dòu

9 dòu de millet poli font 8 dòu de millet affiné^a.

a. Un volume de millet poli *zuòmǐ* vaut 8/9 de ce volume en millet affiné *hǔmǐ*.

/89●/ 程 曰：

chéng yuē

norme dire

La norme s'énonce comme suit :

稻禾 一 石 為 粟 二十 斗

dào hé yī shí wéi sù èr shí dòu

riz en épis {1} shí faire paddy {2}{10} dòu

1 shí [en masse] de riz en épis fait 20 dòu de paddy^a

a. Il s'agit de la standardisation administrative du rapport entre une masse de 1 *shí* de riz en épis et le volume de paddy (c'est à dire le riz vêtu obtenu après battage).

舂 之 為 米 十 斗，

chōng zhī wéi mǐ shí dòu

piler 3OBJ faire riz complet {10} dòu

ce qui fait 10 dòu de riz complet après pilage^a,

a. On a donc un rapport de 1/2 pour les valeurs d'échanges en volume du riz non décortiqué (le paddy) *sù* et le riz décortiqué (riz complet) *mǐ* obtenu par pilage. Le volume de la balle de riz éliminée par le pilage pour les cultivars modernes de riz représente encore approximativement la moitié du volume du paddy ; mais rappelons que la section stipule des valeurs d'échanges et non des indices de productivité.

為 穀 粲米 六 斗 大半 斗。

wéi hǔ càn mǐ liù dòu tài bàn dòu

faire polir riz poli {6} dòu {2/3} dòu

ce qui fait par polissage 6 dòu et 2/3 de dòu de riz poli^a.

a. Un volume donné de riz décortiqué *mǐ* vaut 2/3 de ce volume en riz poli *càn mǐ*.

麥 十 斗 糲 三 斗。 /●89/

mài shí dòu zhī sān dòu

blé {10} dòu farine de blé complète {3} dòu

10 dòu de blé font 3 dòu de farine de blé complète^a.

a. Un volume donné de blé vaut 3/10 de ce volume en farine complète (celle ci contient du son contrairement à la farine blanche qui est, elle, obtenue à partir du grain débarrassé de ses enveloppes extérieures). Le texte de cette norme concernant le blé passe directement du grain à la farine sans passer par une étape de décortilage, ce qui suggère une espèce de blé dont la balle s'élimine dès l'égrenage par battage.

/90●/ 程 曰：
chéng yuē
 norme dire

La norme s'énonce comme suit :

麥、 菽、 苔、 麻 十五 斗 一 石，
mài shū dá má shí wǔ dòu yī shí
 blé soja pois rouges chènevis {10}{5} *dòu* {1} *shí*
1 *shí* [en masse] de blé, soja, pois rouges ou chènevis valent 15 *dòu*.

稟 穀 繫 者，
bǐng hù zhuò zhě
 octroyer polir affiner NMLZ

Quand du grain conditionné est octroyé,

以 十 斗 為 一 石。 /●90/
yǐ shí dòu wéi yī shí
 avec {10} *dòu* faire {1} *shí*
on compte en unités de capacité^a.

a. La proposition en chinois précise de la sorte que *shí* doit s'entendre ici comme l'unité de capacité liée à *dòu*, et non comme l'unité de masse.

195

Cette section stipule les normes d'équivalence d'une masse de 1 *shí* de certaines récoltes en volume du produit égrené, ces normes sont entrées dans la figure 3-9.

Par ailleurs, la section énumère des valeurs d'échanges en volume entre divers conditionnements du millet, du riz et du blé que nous listons ci-dessous (dans un ordre différent de celui du texte) et qui sont reprises dans la figure 3-10 :

Millet égrené/millet décortiqué = 5/3

Millet décortiqué *limi*/millet poli = 10/9

Millet poli/millet affiné = 9/8

Paddy/riz complet = 2/1

Riz complet/riz poli = 3/2

Blé/farine de blé complète = 10/3

La série concernant le millet est partiellement répétée dans la section 4-40 avec *bàimǐ* comme désignation du millet poli, alors qu'ici on a *zuòmǐ*, révélant une variation lexicale régionale ou historique. La section 4-40 donne aussi les rapports pour des échanges entre le blé et les conditionnements du millet.

Le rapport 5/3 mis en évidence ici pour l'équivalence de valeur entre le millet égrené et décortiqué est explicite dans les sections 4-42 à 4-45, et il est utilisé de façon implicite dans les sections 4-18, 4-40 et 4-41.

Ces taux de conversion avaient été standardisés par l'État avant les Han puisque l'on constate que le texte de la présente section est quasiment identique à celui de la *Loi sur les réserves de grains* [*Cāng lǜ* 倉律]¹⁷ du recueil législatif *Dix-huit Lois des Qin* [*Qín lǜ shí bā zhǒng* 秦律十八種] qui a été excavé sur le site de Shuihudi daté de la dynastie Qin. Ces textes reflètent la vie d'une société où le paiement de la moitié des rémunérations et d'une partie des impôts se faisait en nature avec des produits agricoles, la même problématique sera encore présente dans le chapitre II des *Neuf Chapitres* et dans des textes administratifs postérieurs aux Han qui ont été excavés à Zoumalou.

4-37. PRÉLÈVEMENT DE CHANVRE

/91•/ 取 泉 程
qǔ xī chéng
 prendre chanvre imposition

Prélèvement de chanvre

取 泉 程 十 步 三 圍 束 一
qǔ xī chéng shí bù sān wéi shù yī
 prendre chanvre imposition {10} *bù* {3} *wéi* botte {1}

Pour 10 *bù* [carrés] on prélève en impôt 1 botte de chanvre de 3 *wéi* de circonférence

a. *Wéi* est une unité de longueur utilisée spécifiquement pour les circonférences ; en fait on a simplement 1 *wéi* = 1 *chi* soit 10 *cùn*. Et comme le *Livre sur les calculs* utilise la valeur 3 pour π , alors on considère qu'une circonférence de 30 *cùn* a un diamètre de 10 *cùn*.

今 乾 之 二十 八 寸。
jīn gān zhī èr shí bā cùn
 actuel sécher 3OBJ {2}{10}{8} *cùn*
qui font en réalité 28 *cùn* après séchage.

問 幾 何 步 一 束。
wèn jǐhé bù yī shù
 demander combien *bù* {1} botte
On demande combien de *bù* [carrés] donnent une botte.

術 曰：
shù yuē
 procédure dire
On procède comme suit :

17. SHUIHUDI (1978, 35-55) ; HULSEWÉ (1985, 42-43) en propose une version anglaise.

乾 自 乘 為 法，
gān zì chéng wéi fǎ
 sécher soi-même multiplier faire diviseur

Le séché se multiplie lui-même faisant le diviseur^a,

a. C'est-à-dire que l'on calcule $28^2 = 784$, ce qui permettra ensuite d'appliquer la règle de trois non directement avec l'aire des sections des bottes fraîches ou séchées, mais avec des quantités qui sont proportionnelles à ces aires.

生 自 乘 又
shēng zì chéng yòu
 frais soi-même multiplier et

le frais se multiplie lui-même et

以 生 一 束 步 數 乘 之
yǐ shēng yī shù bù shù chéng zhī
 avec frais {1} botte *bù* nombre multiplier 3OBJ
on le multiplie par le nombre de *bù* [carrés] d'une botte fraîche^a

a. On calcule ici $30^2 \times 10 = 9\,000$.

為 /●91//92●/ 實， 實 如 法 得：
wéi shí shí rú fǎ dé
 faire dividende dividende comme diviseur obtenir

donnant le dividende, on effectue la division^a et on obtient :

a. On doit donc effectuer $9\,000 \div 784$, ce qui donne bien le résultat énoncé après.

十一 步 又 九十八分 步 四十七
shí yī bù yòu jiǔ shí bā fēn bù sì shí qī
 {10}{1} *bù* et {9}{10}{8} *fēn* *bù* {4}{10}{7}
11 *bù* [carrés] et 47/98 de *bù* [carré]

而 一 束。 /●92/
ér yī shù
 TOP {1} botte
pour une botte.

Cette section exprime un cas d'imposition du chanvre : est prélevée 1 botte de chanvre frais de 3 *chǐ* de circonférence pour 10 *bù* [carrés] de surface cultivée. Ensuite il s'agit comme dans les sections 4-34 et 4-35 de calculer la « parcelle unitaire » qui donnerait une botte de chanvre sec de 3 *chǐ* de circonférence connaissant le rétrécissement que provoque le séchage.

Le calcul du résultat voulu implique une règle de trois sur les aires des sections circulaires d'une botte fraîche et sèche, ou plutôt sur des nombres proportionnels à ces aires qui, elles, ne sont en fait pas calculées.

4-38. BORDEREAU NON CONFORME

/93•/ 誤 券
wù quàn
erreur bordereau

Bordereau non conforme^a

a. Le contexte montre que l'erreur est un décalage entre le taux d'imposition appliqué et la norme d'imposition (qui est énoncée dans la section suivante).

租 禾 誤 券 者,
zū hé wù quàn zhě
taxe grain erreur bordereau NMLZ

Quand le bordereau de taxation du grain n'est pas conforme,

術 曰:
shù yuē
procédure dire

on procède comme suit :

無 升 者,
wú shēng zhě
NEG avoir shēng NMLZ

S'il n'y a pas de shēng^a,

a. Autrement dit, si la plus petite unité de capacité présente est *dōu*.

置 稅田 數 以 為 實,
zhì shuìtián shù yǐ wéi shí
poser champ d'impôt^a nombre pour faire dividende

on pose le champ d'impôt comme dividende^b,

a. Ici comme dans la section 4-27, nous référant à XIAO Can (2010 b, 35 37) et PENG Hao (2010), nous considérons que *shuìtián* 稅田 est la désignation d'un type de catégorisation administrative dans le cadre du système féodal de distribution et d'imposition des terres agricoles.

b. La suite implique que cette superficie est exprimée en *bù*².

而 以 券 斗 為 一,
ér yǐ quàn dǒu wéi yī
CONJ avec bordereau dǒu faire {1}

et on prend les dǒu inscrits au bordereau comme unité,

以 石 為 十，
yǐ shí wéi shí
 avec *shí* faire {10}
des *shí* on fait des dizaines,

并 以 為 法，
bìng yǐ wéi fǎ
 grouper pour faire diviseur
on additionne pour former le diviseur^a,

a. Autrement dit, on garde tel quel le nombre de *dǒu* du bordereau, on convertit les *shí* en dizaines de *dǒu* puis on ajoute les deux. En bref, on a converti la somme de *shí* et de *dǒu* en *dǒu* pour former le diviseur.

如 法 得 一 步。
rú fǎ dé yī bù
 comme diviseur obtenir {1} *bù*
on effectue la division et on obtient le résultat en *bù*.

其 券 有 者，
qí quàn yǒu zhě
 3POSS bordereau avoir NMLZ
Si son bordereau contient [une erreur]^a,

a. Cette phrase traduite par : « Si son bordereau contient [...] pour avoir le résultat en *bù* » est quasiment identique à la précédente et semble avoir été répétée par mégarde.

置 興田^a●[sic]^b/•93//94•/ 步 數 以 為 實，
zhì yùtián bù shù yǐ wéi shí
 poser champ enregistré^c *bù* nombre pour faire dividende
on pose l'aire du champ enregistré en *bù* [carrés] comme dividende,

a. WENWU (2000, 2001) et PENG Hao (2001) transcrivaient *yùtián* 興田 avec *yǔ* 與 (donner). Mais PENG Hao (2010), se fondant sur la recherche sur la terminologie relative à la distribution et à l'imposition des terres agricoles, corrige en *yù* 興 (chargement, enregistrement) pour les trois occurrences dans le *Livre sur les calculs*.

b. Le signe de ponctuation ● marque habituellement une coupure dans le propos ou introduit un commentaire. Il est difficilement compréhensible ici à l'intérieur d'une proposition.

c. Nous référant à PENG Hao (2010) et XIAO Can (2010b, 35-37), nous considérons que *yùtián* 興田 est la désignation d'un type de catégorisation administrative différent de *shuìtián* 稅田. Nous traduisons par « champ enregistré ».

而 以 券 斗 為 一，
ér yǐ quàn dòu wéi yī
 CONJ avec bordereau *dǒu* faire {1}
et on prend les *dǒu* inscrits au bordereau comme unité,

以 石 為 十，
yǐ shí wéi shí
avec *shí* faire {10}
des *shí* on fait des dizaines,

并 以 為 法，
bìng yǐ wéi fǎ
grouper pour faire diviseur
on additionne pour former le diviseur^a,
a. Autrement dit, on convertit en *dǒu* la somme de *shí* et de *dǒu*.

如 法 得 一 步。
rú fǎ dé yī bù
comme diviseur obtenir {1} *bù*
on effectue la division pour avoir le résultat en *bù*.

其 券 有 升 者，
qí quàn yǒu shēng zhě
3POSS bordereau avoir *shēng* NMLZ
S'il y a des *shēng* sur son bordereau^a,

a. C'est-à-dire si *shēng* est la plus petite unité de capacité présente dans le montant prélevé inscrit sur le bordereau.

置 輿田 步 數 以 為 實，
zhì yútián bù shù yǐ wéi shí
poser champ enregistré *bù* nombre pour faire dividende
on pose en *bù* [carrés] comme dividende du champ enregistré,

而 以 /94●//95●/ 券 之 升 為 一，
ér yǐ quàn zhī shēng wéi yī
CONJ avec bordereau 3OBJ *shēng* faire {1}
et on prend les *shēng* inscrits au bordereau comme unité,

以 斗 為 十，
yǐ dǒu wéi shí
avec *dǒu* faire {10}
des *dǒu* on fait des dizaines,

并 為 法，

bìng wéi fǎ

grouper faire diviseur

on additionne pour former le diviseur^a,

a. On convertit la somme de *dǒu* et de *shēng* en *shēng* pour en faire le diviseur.

如●^a 得 一 步。/95●/

rú dé yī bù

comme obtenir {1} *bù*

on divise et on obtient le résultat en *bù* [carrés].

a. Le signe de ponctuation ● placé ici après *rú* (qui stipule la division) pourrait signifier que la précision qui suit et qui concerne l'unité du résultat serait un ajout par rapport à un texte initial.

Cette section donne une méthode pour calculer la superficie agricole qui fournit un impôt de 1 *dǒu* de grain, étant connus au départ le montant prélevé et l'aire imposée. On retrouve ici la recherche de la « parcelle unitaire » déjà rencontrée plus haut et qui revient encore dans la section suivante.

La problématique administrative ici comme dans la section suivante n'est pas explicitée, elle semble être d'inscrire au registre le taux d'imposition réellement appliqué. D'un point de vue mathématique la présente section se concentre sur le maniement des unités, tandis que la section suivante fournit un exemple numérique.

201

4-39. BORDEREAU DE TAXATION NON CONFORME

/96●/ 租 誤 券

zū wù quàn

taxe erreur bordereau

Bordereau de taxation non conforme

田 一 畝 租 之 十 步 一 斗

tián yī mǔ zū zhī shí bù yī dǒu

champ {1} *mǔ* taxer 3OBJ {10} *bù* {1} *dǒu*

Un champ de 1 *mǔ* est taxé 1 *dǒu* pour 10 *bù* [carrés]

凡 租 二 石 四 斗。

fán zū èr shí sì dǒu

total taxe {2} *shí* {4} *dǒu*

soit un total de 2 *shí* 4 *dǒu*^a.

a. On voit ici l'expression canonique d'un taux d'imposition d'une récolte avec l'énoncé de la superficie (ici 10 *bù*²) qui donne 1 *dǒu*. Et comme 1 *mǔ* = 240 *bù*, alors cette norme d'imposition donne bien 2 *shí* 4 *dǒu* soit 24 *dǒu*.

今 誤 券 二 石 五 斗，
jīn wù quàn èr shí wǔ dòu
actuel erreur bordereau {2} shí {5} dòu

Considérons un bordereau non conforme de 2 shí 5 dòu,

欲 益 爽^a 其 步 數，
yù yì ruǎn qí bù shù
souhaiter ajouter diminuer 3POSS bù nombre

on veut ajuster^b le nombre de bù [carrés],

a. HAO Huifang (2008, 363) indique que le caractère *ruǎn* 爽 se trouve quatre fois dans les textes de Zhangjiafan : deux fois dans cette section du *Livre sur les calculs* et deux fois dans l'article *Loi sur les arrestations* [Bù lǜ 捕律] des *Lois et décrets de la deuxième année* ; dans ce dernier texte, le terme est employé pour qualifier des soldats qui ont fui devant l'ennemi.

b. Dans cette phrase du *Livre sur les calculs*, *ruǎn* 爽 est associé à *yì* 益 donnant un composé d'antonymes *yì ruǎn* 益爽, c'est l'interprétation de PENG Hao (2001, 83, note 1). Nous traduisons par le verbe ajuster ici, et par le nom ajustement pour l'occurrence suivante.

問 益 爽 幾何。 曰：
wèn yì ruǎn jǐhé yuē
demander excès manque combien dire

on demande combien vaut l'ajustement. La réponse est :

九 步 五分 步 三 而 一 斗。
jiǔ bù wǔfēn bù sān ér yī dòu
{9} bù {5}fēn bù {3} TOP {1} dòu

1 dòu pour 9 bù [carrés] et 3/5 de bù [carré]^a.

a. Le taux réellement appliqué est 1 dòu pour $9 + 3/5$ bù² au lieu de 1 dòu pour 10 bù².

術/●96/97●/ 曰：
shù yuē
procédure dire

On procède comme suit :

以 誤 券 為 法，
yǐ wù quàn wéi fǎ
avec erreur bordereau faire diviseur

Le montant du bordereau erroné sert de diviseur,

以 輿田 為 實。/●97/
yǐ yútián wéi shí
avec champ enregistré faire dividende

la superficie du champ enregistré sert de dividende^a.

a. La superficie imposée fait 1 mǔ soit 240 bù², on doit donc effectuer $240 \div 25$ qui donne bien le résultat annoncé $9 + 3/5$.

Cette section donne le taux d'imposition réellement appliqué lors d'un prélèvement de 25 *dǒu* de grain pour un champ de 1 *mǔ* (soit 240 *bù²*) d'aire. Cela se calcule en divisant 240 *bù²* ÷ 25 *dǒu* qui donne le taux de prélèvement de « 1 *dǒu* pour 9 *bù²* et 3/5 de *bù²* ».

Le début du texte énonce la norme d'imposition « 1 *dǒu* pour 10 *bù²* » qui aurait dû conduire à un prélèvement de seulement 24 *dǒu* de grain. Cette norme n'intervient pas dans le calcul numérique, mais révèle un décalage qui motive, ici comme dans la section précédente, de parler d'une « erreur » sur le bordereau et d'un « ajustement »¹⁸.

Apparemment il s'agissait d'ajuster le taux inscrit sur le bordereau, pas de rendre le trop-perçu, ni de donner une parcelle supplémentaire en compensation. Mais nous sommes loin de connaître tous les détails du système d'attribution et d'imposition des terres sous les Han et ne pouvons que faire des suppositions.

Ici encore, on observe que les taux d'imposition sont exprimés en termes de la superficie qui donne 1 *dǒu* de la récolte taxée.

4-40. MILLET POLI ET MILLET AFFINÉ

/98•/ 稗 穀
bài *hú*
 millet poli millet affiné

Millet décortiqué et millet affiné^a

a. Pour le millet, cette section distingue, par ordre croissant d'avancement du conditionnement, le millet égrené (*sù*), le millet décortiqué (*mǐ*), le millet poli (*bài* ou *bàimǐ*) et le millet affiné (*hú* ou *húimǐ*) qui est poli à un degré supérieur.

米 少半 升 為
mǐ *shǎobàn* *shēng* *wéi*
 millet décortiqué {1/3} *shēng* faire
 1/3 de *shēng* de millet décortiqué fait

稗 十分 升 之 三,
bài *shí fēn* *shēng* *zhī* *sān*
 millet poli {10} *fēn* *shēng* *zhī* {3}
 3/10 de *shēng* de millet poli^a,

a. On doit comprendre qu'il s'agit de valeurs d'échanges. Les volumes donnés ici signifient que le rapport entre le millet poli (*bài*) et le millet décortiqué (*mǐ*) est de 9/10, comme l'indique l'opération énoncée juste après. Autrement dit, un volume donné de millet décortiqué vaut 9/10 de ce volume en millet poli.

18. On conseille la lecture de PENG Hao (2010) et de MA Biao (2001). Nous réservons notre jugement sur l'interprétation que donne ce dernier pour *yù yì ruán qí bù shù* 欲益垆其步數 sur la lamelle n° 96, mais nous trouvons plausible sa conclusion sur le fait qu'il pourrait effectivement bien s'agir de rectifier le bordereau et non d'indemniser le contribuable.

九 之， 十 而 一。

jiǔ zhī shí ér yī

{9} 3OBJ {10} TOP {1}

en le^a multipliant par 9 et divisant par 10.

a. C'est la fraction initiale $1/3$ représentée sur la surface de calcul qui est multipliée par 9 et divisée par 10 faisant $(1 \times 9) \div (3 \times 10) = 9/30$ qui après simplification donne bien la fraction $3/10$ annoncée comme résultat.

米 少半 升 為

mǐ shǎobàn shēng wéi

millet décortiqué {1/3} *shēng* faire

1/3 de *shēng* de millet décortiqué fait

穀米 十五分 升 之 四，

hú mǐ shí wǔ fēn shēng zhī sì

millet affiné {10}{5}{fēn} *shēng zhī* {4}

4/15 de *shēng* de millet affiné^a,

a. Un volume donné de millet décortiqué (*mǐ*) vaut 8/10 de ce volume en millet finement poli (*hú mǐ*).

204

八 之， 十 而 一。

bā zhī shí ér yī

{8} 3OBJ {10} TOP {1}

en le multipliant par 8 et divisant par 10.

米 少半 升 為

mǐ shǎobàn shēng wéi

millet décortiqué {1/3} *shēng* faire

1/3 de *shēng* de millet décortiqué fait

麥 半 升，

mài bàn shēng

blé {1/2} *shēng*

1/2 *shēng* de blé^a,

a. Le texte énonce ici un rapport volumique de $2/3$ pour les échanges entre le millet décortiqué (*mǐ*) et le blé (*mài*) : un volume donné de millet décortiqué vaut $2/3$ de ce volume en grain de blé.

● 三 之， 二 而 一。

sān zhī èr ér yī

{3} 3OBJ {2} TOP {1}

en le multipliant par 3 et divisant par 2.

麥 少/●98/199●/半 升 為
mài shǎobàn shēng wéi
 blé {1/3} *shēng* faire
1/3 de *shēng* de blé fait

粟 二十七分 升 之 十，
sù èr shí qī fēn shēng zhī shí
 millet égrené {2}{10}{7}fēn *shēng zhī* {10}
10/27 de *shēng* de millet égrené^a,

a. Un volume de millet égrené (*sù*) vaut 9/10 de ce volume en blé (*mài*).

九 母， 十 子，
jiǔ mǔ shí zǐ
 {9} dénominateur {10} numérateur
en multipliant par 9 le dénominateur et par 10 le numérateur,

十 之， 九 而 一。
shí zhī jiǔ ér yī
 {10} 3OBJ {9} TOP {1}
[ou bien] en le multipliant par 10 et divisant par 9^a.

a. Le texte propose deux façons équivalentes d'effectuer le calcul. La fraction 1/3 étant représentée sur la surface de calcul, soit on multiplie son numérateur par 10 et on multiplie son dénominateur par 9, soit on la multiplie par 10 puis on la divise par 9. Les deux approches donnent la fraction $(1 \times 10) \div (3 \times 9) = 10/27$ déjà annoncée comme résultat.

205

麥 少半 升 為
mài shǎobàn shēng wéi
 blé {1/3} *shēng* faire
1/3 de *shēng* de blé fait

米 九分 升 之 二，
mǐ jiǔ fēn shēng zhī èr
 millet décortiqué {9}fēn *shēng zhī* {2}
2/9 de *shēng* de millet décortiqué^a,

a. Un volume de millet décortiqué vaut 2/9 de ce volume en blé.

三 母、 再 子，
sān mǔ zài zǐ
 {3} dénominateur doubler numérateur
en triplant le dénominateur et doublant le numérateur,

二 之， 三 而 一。

èr zhī sān ér yī

{2} 3OBJ {3} TOP {1}

[ou bien] en le multipliant par 2 et divisant par 3.

麥 少半 升 為/●99/

mài shǎobàn shēng wéi

blé {1/3} shēng faire

1/3 de shēng de blé fait

/100●/ 稗 五分 升 之 一，

bài wǔ fēn shēng zhī yī

millet poli {5}fēn shēng zhī {1}

1/5 de shēng de millet poli^a,

a. Un volume de millet poli (*bài*) vaut 9/15 (soit 3/5) de ce volume en blé.

十五 母、 九 子，

shí wǔ mǔ jiǔ zǐ

{10}{5} dénominateur {9} numérateur

en multipliant par 15 le dénominateur et par 9 le numérateur,

九 之， 十五 而 一。

jiǔ zhī shí wǔ ér yī

{9} 3OBJ {10}{5} TOP {1}

[ou bien] en le multipliant par 9 et divisant par 15.

麥 少半 升 為

mài shǎobàn shēng wéi

blé {1/3} shēng faire

1/3 de shēng de blé fait

穀 四十五分 升 之 八，

hú sì shí wǔ fēn shēng zhī bā

millet affiné {4}{10}{5}fēn shēng zhī {8}

8/45 de shēng de millet affiné^a,

a. Un volume de millet finement poli (*hú*) vaut 8/15 de ce volume en blé.

十五 母、 八 子。/●100/

shí wǔ mǔ bā zǐ

{10}{5} dénominateur {8} numérateur

en multipliant par 15 le dénominateur et par 8 le numérateur.

/101●/ 稗米 四分 升 之 一 為
bàimǐ sì fēn shēng zhī yī wéi
 millet poli {4}fēn shēng zhī {1} faire

1/4 de shēng de millet poli fait

粟 五十四分 升 之 二十五,
sù wǔshí sì fēn shēng zhī èrshí wǔ
 millet égrené {5}{10}{4}fēn shēng zhī {2}{10}{5}

25/54 de shēng de millet égrené^a,

a. Le taux de change énoncé ici stipule qu'un volume de millet égrené (*sù*) vaut 50/27 de ce volume en millet poli (*bàimǐ*).

二十七 母、 五十 子。
èrshíqī mǔ wǔshí zǐ
 {2}{10}{7} dénominateur {5}{10} numérateur

en multipliant par 27 le dénominateur et par 50 le numérateur.

稗米 四分 升 之 一 為
bàimǐ sì fēn shēng zhī yī wéi
 millet poli {4}fēn shēng zhī {1} faire

1/4 de shēng de millet poli fait

米 十八分 升 之 五,
mǐ shíbā fēn shēng zhī wǔ
 millet décortiqué {10}{8}fēn shēng zhī {5}

5/18 de shēng de millet décortiqué^a,

a. Un volume de millet poli (*bàimǐ*) vaut 10/9 de ce volume en millet décortiqué (*mǐ*).

九 母、 十 子。
jiǔ mǔ shí zǐ
 {9} dénominateur {10} numérateur

en multipliant par 9 le dénominateur et par 10 le numérateur.

稗米/●101//102●/ 四分 升 之 一 為
bàimǐ sì fēn shēng zhī yī wéi
 millet poli {4}fēn shēng zhī {1} faire

1/4 de shēng de millet poli fait

穀米 九分 升 之 二，

hú mǐ jiǔ fēn shēng zhī èr

millet affiné {9}fēn shēng zhī {2}

2/9 de shēng de millet affiné^a,

a. Un volume de millet finement poli (*hú*) vaut 8/9 de ce volume en millet poli (*bàimǐ*).

九 母、 八 子。

jiǔ mǔ bā zǐ

{9} dénominateur {8} numérateur

en multipliant par 9 le dénominateur et par 8 le numérateur.

粳米 四分 升 之 一 為

bǎng mǐ sì fēn shēng zhī yī wéi

millet poli {4}fēn shēng zhī {1} faire

1/4 de shēng de millet poli fait

麥 十二分 升 之 五，

mài shí èr fēn shēng zhī wǔ

blé {10}{2}fēn shēng zhī {5}

5/12 de shēng de blé^a,

a. Un volume de blé vaut 15/9 (soit 5/3) de ce volume en millet poli (*bàimǐ*).

九 母、 十五 子。

jiǔ mǔ shí wǔ zǐ

{9} dénominateur {10}{5} numérateur

en multipliant par 9 le dénominateur et par 15 le numérateur.

穀米 四分 升 之 一 為

hú mǐ sì fēn shēng zhī yī wéi

millet affiné {4}fēn shēng zhī {1} faire

1/4 de shēng de millet affiné fait

米/•102//103•/ 十六分 升 之 五，

mǐ shí liù fēn shēng zhī wǔ

millet décortiqué {10}{6}fēn shēng zhī {5}

5/16 de shēng de millet décortiqué^a,

a. Un volume de millet décortiqué (*mǐ*) vaut 10/8 (soit 5/4) de ce volume en millet finement poli (*hú mǐ*).

八 母、 十 子。
bā mǔ shí zǐ
 {8} dénominateur {10} numérateur

en multipliant par 8 le dénominateur et par 10 le numérateur.

穀 四分 升 之 一 為
hú sì fēn shēng zhī yī wéi
 millet affiné {4}fēn shēng zhī {1} faire

1/4 de shēng de millet affiné fait

糲 三十二分 升 九，
bài sān shí èr fēn shēng jiǔ
 millet poli {3}{10}{2}fēn shēng {9}

9/32 de shēng de millet poli^a,

a. Un volume de millet poli (*bài*) vaut 9/8 de ce volume en millet finement poli (*huīmǐ*).

八 母、 九 子。
bā mǔ jiǔ zǐ
 {8} dénominateur {9} numérateur

en multipliant par 8 le dénominateur et par 9 le numérateur.

209

穀米 四分 升 之 一 為
hú mǐ sì fēn shēng zhī yī wéi
 millet affiné {4}fēn shēng zhī {1} faire

1/4 de shēng de millet affiné fait

麥 三十二分 升 之 十五，
mài sān shí èr fēn shēng zhī shí wǔ
 blé {3}{10}{2}fēn shēng zhī {10}{5}

15/32 de shēng de blé^a,

a. Un volume de blé vaut 15/8 de ce volume en millet affiné (*huīmǐ*).

八 母、 /●103//104●/ 十五 子。
bā mǔ shí wǔ zǐ
 {8} dénominateur {10}{5} numérateur

en multipliant par 8 le dénominateur et par 15 le numérateur.

穀米 四分 升 之 一 為
hú mǐ sì fēn shēng zhī yī wéi
 millet affiné {4}fēn shēng zhī {1} faire

1/4 de shēng de millet affiné fait

粟 四十八分 升 之 二十五,
sù sì shí bā fēn shēng zhī èr shí wǔ
millet égrené $\{4\}\{10\}\{8\}\{fēn\}$ *shēng zhī* $\{2\}\{10\}\{5\}$

25/48 de *shēng* de millet égrené^a,

a. Un volume de millet égrené (*sù*) vaut 50/25 (soit le double) de ce volume en millet affiné (*huǐmǐ*).

二十五[*sic*]^a 母、
shí wǔ mǔ
 $\{2\}\{10\}\{5\}$ dénominateur

en multipliant par 25 [*recte* : 24] le dénominateur

a. La cohérence des calculs voudrait que l'on ait *sì* 四 {4} au lieu de *wǔ* 五 {5}.

五十 子。 /•104/
wǔ shí zǐ
 $\{5\}\{10\}$ numérateur
et par 50 le numérateur.

Cette section énonce les rapports volumiques de valeurs d'échanges entre quatre conditionnements du millet, ce sont (dans un ordre différent du texte) :

millet décortiqué/millet poli = 10/9 ;
millet poli/millet décortiqué = 9/10 ;
millet décortiqué/millet affiné = 10/8 ;
millet affiné/millet décortiqué = 8/10 ;
millet poli/millet affiné = 9/8 ;
millet affiné/millet poli = 8/9 ;
millet poli/millet égrené = 27/50 ;
millet affiné/millet égrené = 24/50.

Tous ces rapports sont repris dans la figure 3-10. Deux rapports sont également présents (sans être explicités) dans la section 4-36, à cela près qu'ici le millet poli s'appelle *bàimǐ* alors que c'est *zuòmǐ* qui apparaît dans la section 4-36.

Un rapport mis en évidence dans la section 4-36 n'est pas répété ici, c'est « millet égrené (*sù*)/millet décortiqué (*lǐmǐ*) = 5/3 », mais un calcul rapide montre qu'il est compatible avec « millet affiné (*huǐmǐ*)/millet égrené (*sù*) = 24/50 ». Ce rapport est aussi utilisé de façon implicite dans les sections 4-18 et 4-41, il est en revanche explicité dans les sections 4-42 à 4-45.

De plus la section donne les rapports volumiques (tous repris dans la figure 3-10) des valeurs d'échanges entre le blé et les conditionnements du millet qui sont (dans un ordre différent de celui du texte) :

Blé/millet égrené = 9/10
 Blé/millet décortiqué = 3/2
 Millet décortiqué / blé = 2/3
 Blé/millet poli = 15/9
 Millet poli/blé = 9/15
 Blé/millet affiné = 15/8
 Millet affiné/blé = 8/15

Dans cette section, chaque taux est d'abord exprimé à l'aide d'un exemple numérique « x *dǒu* de A valent y *dǒu* de B », où x et y sont des fractions. Le texte propose alors deux instructions de calcul équivalentes : « multiplier par : b le dénominateur et par a le numérateur » et/ou « multiplier par a et diviser par b ». Les deux formulations impliquent que la fraction initiale $x = n/d$ est transformée sur la surface de calcul en la fraction $(n \times a) / (d \times b)$ produisant le résultat annoncé y , soit directement, soit à une simplification près.

Notons au passage qu'il s'agit d'une section écrite à deux mains comme le montrent Karine Chemla et Daniel Morgan (2016) ; les autres étant les sections 4-65 et 4-66.

4-41. DÉPÉRDITIONS

211

/105•/ 耗

hào

perdre

Dépérditions^a

a. Nous traduisons *hào* 耗 dans le registre de la « déperdition ». La section parle d'une compensation en volume lorsque c'est du millet égrené (*i.e.* non décortiqué) qui est versé pour un octroi initialement titré en millet décortiqué.

粟 一 石

sù *yī* *shí*

millet égrené {1} *shí*

Pour 1 *shí* de millet égrené

耗 一 斗 二 升 少半 升。

hào *yī* *dǒu* *èr* *shēng* *shǎobàn* *shēng*

perdre {1} *dǒu* {2} *shēng* {1/3} *shēng*

on dégrève 1 *dǒu* 2 *shēng* et 1/3 de *shēng*.

a. C'est une norme qui s'applique quand du millet égrené est versé pour payer un octroi titré en millet décortiqué. Les exemples numériques montrent que la compensation s'opère en termes d'un « dégrèvement » de $12 + 1/3$ *shēng* sur un versement de 100 *shēng* (= 1 *shí*) de millet égrené ; cela doit se comprendre comme le versement effectif de 100 *shēng* de millet égrené pour un dû de $87 + 2/3$ *shēng* = 100 *shēng* - $(12 + 1/3)$ *shēng* compté en millet égrené. On peut conjecturer qu'il s'agit de compenser les grains brisés lors du décortilage, voire le travail à fournir pour ce conditionnement.

稟 米 少半 升 者 得
bǐng mǐ shǎobàn shēng zhě dé
 octroyer millet décortiqué $\{1/3\}$ *shēng* NMLZ obtenir
Un octroi de 1/3 de *shēng* de millet décortiqué équivaut

粟 七百八十九分 升 之 五百。
sù qī bǎi bā shí jiǔ fēn shēng zhī wú bǎi
 millet égrené $\{7\}\{10^2\}\{8\}\{10\}\{9\}fēn$ *shēng zhī* $\{5\}\{10^2\}$
à 500/789 *shēng* de millet égrené^a.

a. C'est le premier de quatre cas numériques qui illustrent l'application de la norme « pour 1 *shí* de millet égrené on dégrève 1 *dǒu* et 2 *shēng* et 1/3 de *shēng* ». Le versement de 1/3 de *shēng* de millet décortiqué est multiplié par 5/3 qui est le taux d'équivalence de valeur entre le millet égrené et le millet décortiqué (ce taux est énoncé dans les sections 4-42 à 4-45). On détermine ainsi que 1/3 de *shēng* de millet décortiqué équivaut à 5/9 de *shēng* de millet égrené. Puis on effectue une règle de trois pour appliquer le dégrèvement : si 87 *shēng* + 2/3 de *shēng* dus correspondent à 100 *shēng* distribués, alors 5/9 de *shēng* dû correspond à combien ? On trouve le résultat annoncé 500/789 *shēng* de millet égrené.

稟 一 升 者
bǐng yī shēng zhě
 octroyer $\{1\}$ *shēng* NMLZ
Un octroi de 1 *shēng* [de millet décortiqué]

得 粟 一 升
dé sù yī shēng
 obtenir millet égrené $\{1\}$ *shēng*
équivaut en millet égrené à 1 *shēng*

二百六十三分 升/•105//106•/ 之 二百三十七。
èr bǎi liù shí sān fēn shēng zhī èr bǎi sān shí qī
 $\{2\}\{10^2\}\{6\}\{10\}\{3\}fēn$ *shēng zhī* $\{2\}\{10^2\}\{3\}\{10\}\{7\}fēn$
237/263 de *shēng*^a.

a. C'est le deuxième exemple d'application de la norme. 1 *shēng* de millet décortiqué possède la même valeur que 5/3 de *shēng* soit $(1 + 2/3)$ *shēng* de millet égrené, ce sur quoi on applique le dégrèvement avec une règle de trois. Alternativement, on peut tripler le résultat précédent 500/789.

稟 一 斗 者
bǐng yī dòu zhě
 octroyer $\{1\}$ *dòu* NMLZ
Un octroi de 1 *dòu*

得 粟 一 斗
dé sù yī dòu
 obtenir millet égrené $\{1\}$ *dòu*
équivaut en millet égrené à 1 *dòu*

九 升 又 二 百 六 十 三 分 升 之 三 。

jiǔ shēng yòu èr bǎi liù shí sān fēn shēng zhī sān
{9} shēng et {2}{10²}{6}{10}{3}fēn shēng zhī {3}

9 shēng et 3/263 de shēng^a.

a. C'est le troisième exemple. Le montant obtenu est 10 fois le résultat précédent puisque 1 *dǒu* = 10 *shēng*.

稟 一 石 者

bǐng yī shí zhě

octroyer {1} shí NMLZ

Un octroi de 1 shí

得 粟 十 九 斗

dé sù shí jiǔ dòu

obtenir millet égrené {10}{9} dòu

équivalent en millet égrené à 19 dòu

又 二 百 六 十 三 分 升 之 三 十 。

yòu èr bǎi liù shí sān fēn shēng zhī sān shí
et {2}{10²}{6}{10}{3}fēn shēng zhī {3}{10}

et 30/263 de shēng^a.

a. Comme 1 *shí* = 10 *dǒu* alors, pour ce quatrième exemple, on obtient 10 fois le résultat du troisième exemple.

/107•/ 粟 石 耗 五 升 。

sù shí hào wǔ shēng

millet égrené shí perdre {5} shēng

Pour 1 shí de millet égrené on dégrève 5 shēng^a.

a. Cette proposition énonce une autre norme de dégrèvement : pour un dù de 95 *shēng* de millet égrené, on verse effectivement 100 *shēng* (= 1 *shí*).

稟 米 少 半 升 者 得

bǐng mǐ shǎo bàn shēng zhě dé

octroyer millet décortiqué {1/3} shēng NMLZ obtenir

Un octroi de 1/3 de shēng de millet décortiqué équivalent

粟 百 七 十 一 分 升 之 百 。

sù bǎi qī shí yī fēn shēng zhī bǎi

millet égrené {10²}{7}{10}{1}fēn shēng zhī {10²}

à 100/171 de shēng de millet égrené^a.

a. C'est le premier des quatre cas qui établissent une liste d'applications numériques de la norme « pour 1 *shí* de millet égrené on dégrève 5 *shēng* ».

粟 一 升 者 得 粟
bǐng yī shēng zhě dé sù
octroyer {1} *shēng* NMLZ obtenir millet égrené
Un octroi de 1 *shēng* équivaut en millet égrené

一 升 又
yī shēng yòu
{1} *shēng* et
à 1 *shēng* et 275/285 de *shēng*.

二百八十五分 升 之 二百七十五。
èr bǎi bā shí wǔ fēn shēng zhī èr bǎi qī shí wǔ
{2}{10³}{8}{10}{5}fēn *shēng zhī* {2}{10³}{7}{10}{5}
275/285 de *shēng*.

粟 一 斗 者 /●107//108●/ 得 粟
bǐng yī dòu zhě dé sù
octroyer {1} *dòu* NMLZ obtenir millet égrené
Un octroi de 1 *dòu* équivaut en millet égrené

214
—

十七 升 又
shí qī shēng yòu
{10}{7} *shēng* et
à 17 *shēng* et

二百八十五分 升 之 百五十[*sic*]^a。
èr bǎi bā shí wǔ fēn shēng zhī bǎi wǔ shí
{2}{10³}{8}{10}{5}fēn *shēng zhī* {10³}{5}{10}
150/285 de *shēng* [recte : 17 *shēng* et 155/285 de *shēng*].
a. Le calcul montre qu'il manque un caractère *wǔ* 五 {5} ici.

粟 一 石 者 得 粟
bǐng yī shí zhě dé sù
octroyer {1} *shí* NMLZ obtenir millet égrené
Un octroi de 1 *shí* équivaut en millet égrené

十七 斗 五 升 又
shí qī dòu wǔ shēng yòu
{10}{7} *dòu* {5} *shēng* et
à 17 *dòu* 5 *shēng* et

二百八十五分 升 之 百二十五。/●108/
 èr bāi bā shí wǔ fēn shēng zhī bǎi èr shí wǔ
 {2}{10²}{8}{10}{5}fēn shēng zhī {10²}{2}{10}{5}
 125/285 de shēng.

Cette section considère deux normes de dégrèvement concernant le paiement en millet égrené d'un octroi titré en millet décortiqué. Les exemples numériques utilisent le rapport de valeur 5/3 entre des volumes de millet égrené et de millet décortiqué (un rapport explicité dans les sections 4-42 à 4-45), et d'effectuer une règle de trois pour appliquer le dégrèvement.

La prise en compte du dégrèvement augmente le volume obtenu en appliquant l'équivalence des valeurs. Il s'agit peut-être de compenser les grains qui seront brisés lors du décortiquage voire le travail nécessaire pour ce conditionnement. C'est la lecture de Xiong Qu (2011) qui guide notre interprétation en termes de « dégrèvement », l'article expose l'état des recherches sur des textes de Zoumalou (III^e siècle) qui mentionnent les problématiques de compensation lors du change des produits agricoles.

Pour chaque norme, et pour chacun des volumes 1/3 de *shēng*, 1 *shēng*, 1 *dǒu* et 1 *shí* de millet décortiqué octroyé, le texte indique le volume de millet égrené qu'il convient de verser. La présente section offre ainsi une table d'équivalence sans préciser les instructions de calculs qui permettent de la construire. Une telle table devait trouver son emploi lors du versement de millet égrené alors qu'un octroi était initialement titré en volume de millet décortiqué.

215

4-42. DU MILLET ÉGRENÉ CONTRE DU MILLET DÉCORTIQUÉ

/109●/ 粟 為 米
 sù wéi mǐ
 millet égrené faire millet décortiqué

Du millet égrené contre du millet décortiqué

麻、 麥、 菽、 荅、
 má mài shū dá
 chènevis blé soja pois rouges
 Pour le chènevis, le blé, le soja, les pois rouges,

三 而 當 米 二，
sān ér dāng mǐ èr

{3} TOP égaler millet décortiqué {2}

3 correspond à 2 au titre du millet décortiqué^a,

a. Ce sont des proportions d'équivalence de valeurs de volumes. Cela revient aux quotients
chênevis/millet décortiqué = blé/millet décortiqué = soja/millet décortiqué = pois rouges/
millet décortiqué = 3/2.

九 而 當 粟 十。
jiǔ ér dāng sù shí

{9} TOP égaler millet égrené {10}

9 correspond à 10 au titre du millet égrené^a.

a. Ces proportions reviennent aux quotients chènevis/millet égrené = blé/millet égrené = soja/
millet égrené = pois rouges/millet égrené = 9/10.

粟 五 為 米 三。
sù wǔ wéi mǐ sān

millet égrené {5} faire millet décortiqué {3}

5 pour le millet égrené, cela fait 3 au titre du millet décortiqué.

216

米 十 為 粳 九，
mǐ shí wéi jǐng jiǔ

millet décortiqué {10} faire millet poli {9}

10 pour le millet décortiqué, cela fait 9 au titre du millet poli,

為 粳 八。
wéi jǐng bā

faire millet affiné {8}

cela fait 8 au titre du millet affiné.

麥 三 而 當 稻粟 四。
mài sān ér dāng dào sù sì

blé {3} TOP égaler paddy {4}

Pour le blé, 3 correspond à 4 au titre du paddy.

禾粟/•109//110•/ 五 為 稻粟 四。/•110/
hé sù wǔ wéi dào sù sì

millet en panicules {5} faire paddy {4}

5 pour le millet en panicules donne 4 au titre du paddy.

Le texte de cette section donne des rapports d'équivalence de valeur entre diverses productions agricoles. Ils sont exprimés sous la forme « le nombre *a* pour le produit A correspond au nombre *b* pour le produit B », par exemple « 5 pour le millet égrené correspond à 3 pour le millet décortiqué ». Cette forme symétrique peut se traduire par l'égalité « $3 \times$ millet égrené = $5 \times$ millet décortiqué » utilisée dans la section 4-47. Cela revient aussi aux quotients suivants utilisés dans les trois sections suivantes 4-43, 4-44 et 4-45 :

Chênevis/millet décortiqué = $3/2$
 Blé/millet décortiqué = $3/2$
 Soja/millet décortiqué = $3/2$
 Pois rouges/millet décortiqué = $3/2$

Chênevis/millet égrené = $9/10$
 Blé/millet égrené = $9/10$
 Soja/millet égrené = $9/10$
 Pois rouges/millet égrené = $9/10$

Millet égrené/millet décortiqué = $5/3$
 Millet décortiqué/millet poli = $10/9$
 Millet décortiqué/millet affiné = $10/8$
 Blé/paddy = $3/4$
 Millet en panicules/paddy = $5/4$

217

Les taux d'équivalence entre les conditionnements du millet et entre le millet et le blé étaient déjà connus par les sections 4-36 et 4-40. Ceux entre le blé et le paddy et entre le millet et le paddy, le chènevis, le soja et les pois rouges sont nouveaux. Ils sont tous rassemblés dans la figure 3-10.

4-43. CHANGE DE MILLET ÉGRENÉ EN MILLET DÉCORTIQUÉ (1)

/111•/ 粟 求 米
 sù *qiú* *mǐ*
 millet égrené requérir millet décortiqué

Change de millet égrené en millet décortiqué^a

a. Notre section 4-43 et la suivante portent des titres identiques dans l'original. Nous ajoutons le numéro (1) à l'intitulé de la section.

粟 求 米,
sù qiú mǐ
millet égrené requérir millet décortiqué

Pour échanger du millet égrené contre du millet décortiqué,

三 之, 五 而 一。
sān zhī wǔ ér yī
{3} 3OBJ {5} TOP {1}

on multiplie par 3 et on divise par 5^a.

a. La formulation du texte place 3 en position verbale (3 multiplie) et 5 en position de sujet (5 divise), la phrase française est plus naturelle en les traduisant tous les deux comme des agents. On procède de même dans la suite de la section.

粟 求 麥,
sù qiú mài
millet égrené requérir blé

Pour changer du millet égrené en blé,

九 之, 十 而 一。
jiǔ zhī shí ér yī
{9} 3OBJ {10} TOP {1}

on multiplie par 9 et on divise par 10.

粟 求 糝,
sù qiú bài
millet égrené requérir millet poli

Pour changer du millet égrené en millet poli,

二十七 之, 五十 而 一。
èr shí qī zhī wǔ shí ér yī
{2}{10}{7} 3OBJ {5}{10} TOP {1}

on multiplie par 27 et on divise par 50.

粟 求 粳,
sù qiú huǒ
millet poli requérir millet affiné

Pour changer du millet égrené en millet affiné,

二十四 之, 五十 而 一。
èr shí sì zhī wǔ shí ér yī
 {2}{10}{4} 3OBJ {5}{10} TOP {1}
on multiplie par 24 et on divise par 50.

米 求/•111//112•/ 粟,
mǐ qiú sù
 millet décortiqué requérir millet égrené
Pour changer du millet décortiqué en millet égrené,

五 之, 三 而 一。 /•112/
wǔ zhī sān ér yī
 {5} 3OBJ {3} TOP {1}
on multiplie par 5 et on divise par 3.

La présente section énumère des rapports d'équivalence de valeur d'échange volumique, cette fois sous la forme d'instructions de calcul « multiplier par *a* et diviser par *b* ». Ces rapports avaient été introduits dans les sections 4-40 et 4-42 :

Millet décortiqué/millet égrené = 3/5
 Millet égrené/millet décortiqué = 5/3
 Blé/millet égrené = 9/10
 Millet poli/millet égrené = 27/50
 Millet affiné/millet égrené = 24/50

4-44. CHANGE DE MILLET ÉGRENÉ EN MILLET DÉCORTIQUÉ (2)

/113•/ 粟 求 米
sù qiú mǐ
 millet égrené requérir millet décortiqué

Change de millet égrené en millet décortiqué^a

a. Dans l'original, le titre de cette section 4-42 est identique à celui de la précédente. Nous ajoutons un numéro (2) à l'intitulé de la section.

粟 求 米,
sù qiú mǐ
 millet égrené requérir millet décortiqué
Pour échanger du millet égrené contre du millet décortiqué,

因而 三 之, 五 而 成 一。
yīn ér sān zhī wǔ ér chéng yī
 multiplier par {3} 3OBJ {5} TOP devenir {1}

on multiplie par 3 et on divise par 5.

● 今 有 粟 一 升 七分 三,
jīn yǒu sù yī shēng qī fēn sān
 actuel avoir millet égrené {1} *shēng* {7}{fēn} {3}

Considérons 1 *shēng* 3/7 de millet égrené.

當 為 米 幾何? 曰:
dāng wéi mǐ jǐhé yuē
 égaler faire millet décortiqué combien dire

À combien de millet décortiqué cela équivaut-il ? La réponse est :

為 米 七分 升 六。
wéi mǐ qī fēn shēng liù
 faire millet décortiqué {7}{fēn} *shēng* {6}

Cela équivaut à 6/7 de *shēng* de millet décortiqué.

220

術 曰:
shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

母 相 乘 為 法,
mǔ xiāng chéng wéi fǎ
 dénominateur l'un l'autre multiplier faire diviseur

Les dénominateurs se multiplient entre eux donnant le diviseur,

以 三/•113//114•/ 乘 十 為 實。/•114/
yǐ sān chéng shí wéi shí
 avec {3} multiplier {10} faire dividende

on multiplie 10 par 3 pour former le dividende^a.

a. Le taux d'équivalence est donc ici réinterprété comme la fraction 3/5. La somme 1 *shēng* 3/7 s'écrit comme le quotient 10/7 de *shēng* dont le dénominateur 7 est multiplié par 5 formant le diviseur, et le numérateur 10 est multiplié par 3 formant le dividende, on obtient le quotient 30/35 de *shēng* qui simplifié en 6/7 de *shēng* donne le résultat annoncé.

Cette section énonce le rapport d'échange « millet décortiqué/millet égrené = 3/5 » sous la forme d'une instruction de calcul « multiplier par 3 et diviser par 5 ». La procédure est illustrée par le cas particulier du change en millet décortiqué de « 1 *shēng* 3/7 de millet égrené ».

Dans le déroulé des calculs, le rapport de conversion qui avait été énoncé en termes de « multiplication par 3 et division par 5 » est réinterprété comme la fraction 3/5. On remarquera que le quotient 10/7 de *shēng* supérieur à 1 n'est pas envisagé comme une fraction mais comme un calcul à effectuer.

La section suivante propose le calcul inverse en permutant le rôle des données numériques.

4-45. CHANGE DE MILLET DÉCORTIQUÉ EN MILLET ÉGRENÉ

/115•/ 米 求 粟
mǐ *qiú* *sù*
 millet décortiqué requérir millet égrené

Change de millet décortiqué en millet égrené

以 米 求 粟，
yǐ *mǐ* *qiú* *sù*
 avec millet décortiqué requérir millet égrené

Pour échanger du millet décortiqué contre du millet égrené,

因而 五 之， 三 成 一。
yīn ér *wǔ* *zhī* *sān* *chéng* *yī*
 multiplier par {5} 3OBJ {3} devenir {1}

on multiplie par 5 et on divise par 3.

今 有 米 七分 升 六，
jīn *yǒu* *mǐ* *qī fēn* *shēng* *liù*
 actuel avoir millet décortiqué {7}fēn *shēng* {6}

Considérons 6/7 de *shēng* de millet décortiqué.

當 為 粟 幾何？ 曰：
dāng *wéi* *sù* *jǐhé* *yuē*
 égaler faire millet égrené combien dire

À combien de millet égrené cela équivaut-il ? La réponse est :

為 粟 一 升 七 分 升 三。
wéi sù yī shēng qī fēn shēng sān
 faire millet égrené {1} *shēng* {7} *fēn* *shēng* {3}
Cela équivaut à 1 *shēng* et 3/7 de *shēng* de millet égrené.

術 曰：
shù yuē
 procédure dire

On procède comme suit :

母 相 /•115//116•/ 乘 為 法，
mǔ xiāng chéng wéi fǎ
 dénominateur l'un l'autre multiplier faire diviseur
Les dénominateurs se multiplient entre eux donnant le diviseur,

以 五 乘 六 為 實。 /•116/
yǐ wǔ chéng liù wéi shí
 avec {5} multiplier {6} faire dividende

on multiplie 5 par 6 pour former le dividende^a.

222

a. Dans ce déroulé de calcul, les nombres 5 et 3 de l'instruction « multiplication par 5 et division par 3 » sont respectivement envisagés comme « numérateur » et « dénominateur » alors que le quotient 5/3 est supérieur à 1 et qu'il n'est donc ordinairement pas considéré comme une fraction dans ce corpus. Et donc ici les mots « numérateur » et « dénominateur » spécifient les positions des données sur la surface de calcul.

Cette section rappelle le rapport d'échange « millet égrené/millet décortiqué = 5/3 » sous la forme d'une instruction de calcul « multiplier par 5 et diviser par 3 ». Est ensuite traité le cas particulier du change en millet décortiqué de « 6/7 de *shēng* de millet décortiqué » qui a la même valeur d'échange que « 1 *shēng* 3/7 de millet égrené ». C'est la conversion inverse de celle de la section précédente. Les deux sections se font écho et montrent la symétrie des calculs associés au taux d'équivalence de valeur.

4-46. MÉLANGE DE MILLET DÉCORTIQUÉ ET ÉGRENÉ

/117•/ 米 粟 并
mǐ sù bìng
 millet décortiqué millet égrené grouper
Mélange de millet décortiqué et égrené

有 米 一 石、 粟 一 石，
yǒu mǐ yī shí sù yī shí
 avoir millet décortiqué {1} shí millet égrené {1} shí
On a 1 shí de millet décortiqué et 1 shí de millet égrené,

并 提 之。 問
bìng tí zhī wèn
 grouper emporter^a 3OBJ demander
on les emporte après les avoir réunis. On demande
 a. D'après HAO Huifang (2008, 424).

米 粟
mǐ sù
 millet décortiqué millet égrené
pour le millet décortiqué et le millet égrené

當 各 取 幾何。
dāng gè qǔ jǐhé
 falloir chacun prendre combien
combien chacun [de leur propriétaire respectif] doit en prendre.

曰： 米 主 取
yuē mǐ zhǔ qǔ
 dire millet décortiqué propriétaire prendre
La réponse est : le propriétaire du millet décortiqué prend

一 石 二 斗 十六分 升 八，
yī shí èr dòu shí liù fēn shēng bā
 {1} shí {2} dòu {10}{6}fēn shēng {8}
1 shí 2 dòu et 8/16 de shēng,

粟 主 取
sù zhǔ qǔ
 millet égrené propriétaire prend
le propriétaire du millet égrené prend

七 斗 十六分 升 八。
qī dòu shí liù fēn shēng bā
 {7} dòu {10}{6}fēn shēng {8}
7 dòu et 8/16 de shēng.

術/•117//118•/ 曰：

shù *yuē*

procédure dire

On procède comme suit :

置 米 十 斗、 六 斗、

zhì mǐ shí dòu liù dòu

poser millet décortiqué {10} *dòu* {6} *dòu*

On pose en [valeur de] millet décortiqué, 10 *dòu* et 6 *dòu*,

并 以 為 法、

bìng yǐ wéi fǎ

grouper pour faire diviseur

on additionne pour former le diviseur,

以 二 石 遍 乘 所 置

yǐ èr shí biàn chéng suǒ zhì

avec {2} *shí* partout multiplier ce que poser

on multiplie par 2 *shí* tous les nombres posés

224

各 自 為 實。

gè zì wéi shí

chacun soi-même faire dividende

pour qu'ils forment les dividendes respectifs^a.

a. On avait exactement la même phrase dans la section 4-20.

六 斗 者、

liù dòu zhě

{6} *dòu* NMLZ

Les 6 *dòu* représentent

粟 之 米 數 也。 /•118/

sù zhī mǐ shù yě

millet égrené 3OBJ millet décortiqué nombre DECL

la valeur du millet égrené en millet décortiqué^a.

a. 10 *dòu* de millet égrené vaut $10 \text{ dòu} \times 3/5 = 6 \text{ dòu}$ de millet décortiqué.

Ce texte repose sur une situation où deux personnes ont réuni leurs avoirs, respectivement de 1 *shí* de millet décortiqué pour l'une et 1 *shí* de millet égrené pour l'autre, formant un mélange de 2 *shí*, il s'agit du *shí* volumique. Cette situation correspond possiblement au stockage ou au transport dans un même récipient des deux conditionnements du millet.

Le texte demande alors quelle quantité de ce mélange revient à chacune des deux personnes, le partage se faisant au prorata de la valeur des contributions de chacun. Le déroulé du calcul indique que, sur la surface de calcul, on représente les deux nombres 10 et 6 affectés de l'unité *dōu*, qui sont respectivement le volume de millet décortiqué (1 *shí* = 10 *dōu*) et celui de millet égrené exprimé en valeur d'échange (10 *dōu* de millet égrené vaut $10 \text{ dōu} \times 3/5 = 6 \text{ dōu}$ de millet décortiqué). Chacune des deux quantités représentées est divisée par leur somme 16 puis multipliée par le volume total 2 *shí* du mélange à redistribuer.

La section suivante repose également sur des situations de mélange de millet décortiqué et de millet non décortiqué.

4-47. MÉLANGE DE MILLET ÉGRENÉ ET DE MILLET DÉCORTIQUÉ

/119•/	粟	米	并
	<i>sù</i>	<i>mǐ</i>	<i>bīng</i>
	millet égrené	millet décortiqué	grouper

Mélange de millet égrené et de millet décortiqué

米	一	粟	二，
<i>mǐ</i>	<i>yī</i>	<i>sù</i>	<i>èr</i>
millet décortiqué	{1}	millet égrené	{2}

On a 1 part de millet décortiqué pour 2 parts de millet égrené,

凡	十	斗，	精	之	為
<i>fán</i>	<i>shí</i>	<i>dǒu</i>	<i>jīng</i>	<i>zhī</i>	<i>wéi</i>
total	{10}	<i>dōu</i>	polir	3OBJ	faire

faisant un total de 10 *dōu*, on polit l'ensemble^a produisant

a. Il est possible de piler ensemble du millet égrené et du millet déjà décortiqué. Les grains non encore décortiqués le seront et les pièces foliacées seront éliminées par vannage. Les grains déjà décortiqués ou nouvellement décortiqués seront polis et le son sera éliminé aussi lors des étapes de vannage. Mais on le constate dans la suite, le résultat constitue une valeur d'échange et ne correspond pas à une donnée de production.

七	斗	三分	升	一。	術	曰：
<i>qī</i>	<i>dǒu</i>	<i>sān fēn</i>	<i>shēng</i>	<i>yī</i>	<i>shù</i>	<i>yuē</i>
{7}	<i>dōu</i>	{3} <i>fēn</i>	<i>shēng</i>	{1}	procédure	dire

7 *dōu* et 1/3 de *shēng*. On procède comme suit :

皆 五 米 粟
jiē wǔ mǐ sù
 tout {5} millet décortiqué millet égrené

On multiplie par 5 à la fois le millet décortiqué et égrené^a

a. La suite implique que c'est la proportion « 1 part de millet décortiqué pour 2 parts de millet égrené » représentée sur la surface de calcul par les deux entiers 1 et 2 qui est multipliée donnant « 5 parts de millet décortiqué pour 10 parts de millet égrené ».

并 為 法,
bìng wéi fǎ
 grouper faire diviseur

et on additionne pour former le diviseur^a,

a. Le diviseur formé est 15.

五 米 三 粟,
wǔ mǐ sān sù
 {5} millet décortiqué {3} millet égrené

on multiplie par 5 le millet décortiqué et par 3 l'égrené^a,

a. Il s'agit ici d'appliquer sous la forme « $5 \times$ millet décortiqué = $3 \times$ millet égrené » la correspondance des valeurs d'échanges « millet décortiqué/millet égrené = $3/5$ » énoncée dans les sections 4-40 et 4-41 à 4-44. Les données « 5 parts de millet décortiqué » et « 10 parts de millet égrené » représentées sur la surface de calcul deviennent alors respectivement « 25 parts de millet décortiqué » et « 30 parts de millet égrené ».

以 十 斗 乘 之 為 實。/•119/
yǐ shí dòu chéng zhī wéi shí
 avec {10} *dòu* multiplier 3OBJ faire dividende

on les multiplie par 10 *dòu* pour former les dividendes^a.

a. Les deux dividendes sur la surface de calcul sont multipliés par le total 10 *dòu* et donnent maintenant 250 au titre du millet décortiqué et 300 pour le millet égrené, les deux sont affectés de l'unité *dòu*. Ce ne sont pas là des volumes réels mais des intermédiaires de calcul. Reste, le texte le sous-entend, à diviser par le diviseur 15 formé plus haut, à sommer et à diviser par le facteur 5 appliqué au début, trois opérations qui peuvent se faire dans n'importe quel ordre, pour finalement obtenir le résultat annoncé $7 \text{ dòu} + 1/3 \text{ de } dòu$.

Ce texte sur la lamelle n° 119, signée par Wang, est complet. On y trouve, comme dans le texte de la section précédente, une situation où l'on a réuni des avoirs en millet décortiqué et en millet égrené formant un mélange de 10 *dòu*. Mais ici les proportions volumiques des deux apports sont différentes : il y a 1 part de millet décortiqué pour 2 parts de millet égrené. Puis il est question d'un polissage qui donne un total de $7 \text{ dòu} + 1/3 \text{ de } dòu$ de millet décortiqué, il s'agit d'une équivalence de valeur qui implique la correspondance d'échange « millet décortiqué/millet égrené = $3/5$ ». Mais ce rapport est en fait utilisé

sous la forme symétrique « 5 × millet décortiqué = 3 × millet égrené » faisant écho à l'expression symétrique « 1 part de millet décortiqué pour 2 parts de millet égrené » des proportions du mélange. Cela conduit à un calcul qui ne casse la symétrie qu'à la fin en divisant par 5 pour générer le volume de millet décortiqué annoncé, alors qu'une division par 3 aurait donné l'équivalent en millet égrené.

La section se poursuit avec la lamelle n° 120 qui est trop endommagée pour tenter une interprétation des quelques caractères que l'on parvient à y lire :

/120●/	.....	得	幾何。	曰：
	.....	dé	jǐhé	yuē
	.....	obtenir	combien	dire
	[... ..]	combien on obtient.		La réponse est :

粟	.....	三十	.....	米.../●120/
sù	.....	sān shí	.....	mǐ...
millet égrené	.....	{3}{10}	.....	millet décortiqué...
millet égrené [... ..]		3{?}	[... ..]	millet décortiqué [...]

La section continue avec les lamelles n^{os} 121 et 122 qui semblent former un tout signé par Yang en bas de la lamelle n° 121. Mais ce qui reste du texte est lacunaire :

227

/121●/	.....	得	幾何。	得	曰：
	.....	dé	jǐhé	dé	yuē
	.....	obtenir	combien	obtenir	dire
	[... ..]	combien on obtient. La réponse est :			

米	六	升	四分	升	之	一。
mǐ	liù	shēng	sì fēn	shēng	zhī	yī
millet décortiqué	{6}	shēng	{4}fēn	shēng	zhī	{1}
6 shēng et 1/4 de shēng de millet décortiqué^a.						

a. Il s'agit du résultat d'une nouvelle situation numérique.

術	曰：	置	米	五	升/●121/
shù	yuē	zhì	mǐ	wǔ	shēng
procédure	dire	poser	millet décortiqué	{5}	shēng
On procède comme suit : On pose 5 shēng pour le millet décortiqué					

/122●/ 粟 五 升，
sù wǔ shēng
millet égrené {5} shēng

et 5 shēng pour le millet égrené^a,

a. On voit ici qu'il s'agit d'un mélange de millet égrené et de millet décortiqué en proportions égales. Ce mélange est représenté sur la surface de calcul par 5 shēng pour le millet décortiqué et 5 shēng pour le millet égrené. Comme la suite fait intervenir un produit par 10, alors on en déduit qu'il ne s'agit pas de valeurs virtuelles servant d'intermédiaires de calcul mais bel et bien des quantités réelles de millet décortiqué et de millet égrené pour un total de 10 shēng. Considérer qu'il s'agirait comme sur la lamelle n° 119 d'un mélange de millet égrené et décortiqué dont on chercherait l'équivalent en millet décortiqué ne donnerait pas le résultat 6 shēng + 1/4 de shēng ; GUO Shirong (2001) remarque que ce résultat serait en revanche compatible avec une problématique similaire à celle de la section précédente : 6 shēng + 1/4 de shēng du mélange reviennent au propriétaire du millet décortiqué, le reste revient à celui du millet égrené.

粟 五 升 為 米 三 升，
sù wǔ shēng wéi mǐ sān shēng
millet égrené {5} shēng faire millet décortiqué {3} shēng

5 shēng de millet égrené font 3 shēng de millet décortiqué^a,

a. On reconnaît ici le rapport d'équivalence des valeurs d'échanges entre le millet décortiqué et le millet non décortiqué. Les 5 shēng de millet non décortiqué sont remplacés sur la surface de calcul par 3 shēng de millet décortiqué.

228

并 米 五 升 者
bìng mǐ wǔ shēng zhě
groupe millet décortiqué {5} shēng NMLZ

ajouté aux 5 shēng de millet décortiqué

八 以 為 法，
bā yǐ wéi fǎ
{8} pour faire diviseur

cela fait 8 qui sert de diviseur,

乃 更 置 五 升 而 十 之。
nǎi gèng zhì wǔ shēng ér shí zhī
alors répéter^a poser {5} shēng CONJ {10} 3OBJ

alors on repose 5 shēng et on multiplie par 10^b.

a. D'après HAO Huifang (2008, 167) qui propose la prononciation gèng et la signification « de nouveau », « encore ».

b. La donnée 5 avait été éliminée quand on avait effectué l'addition 3 + 5 = 8, on a donc besoin de la poser à nouveau sur la surface de calcul pour l'opération suivante qui est une multiplication par 10, ce qui nous informe sur le volume total 10 shēng du mélange.

令 如 法, 粟 米
lìng rú fǎ sù mǐ

si comme diviseur millet égrené millet décortiqué

Si on effectue la division^a, le millet égrené et le millet décortiqué

a. $5 \times 10 \div 8$ donne bien le résultat annoncé $6 + 1/4$.

各 一 升/•122/。

gè yī shēng

chacun {1} *shēng*

sont respectivement exprimés en *shēng*.

La section enchaîne avec les lamelles n^{os} 123 et 124 qui semblent former un tout signé par Yang en bas la lamelle n^o 123. Le texte est lacunaire :

/123•/ 二 斗 五 升。
 *èr dòu wǔ shēng*
 {2} dòu {5} *shēng*

[... ..] **2 dòu 5 shēng^a.**

a. Le déroulé des calculs suggère que c'est la réponse d'un problème numérique similaire à celui sur la lamelle n^o 119, c'est-à-dire que 2 *dòu 5 shēng* serait la valeur en millet décortiqué d'un mélange de millet décortiqué et de millet égrené. Mais les bribes de texte ne permettent de nous assurer ni des proportions du mélange ni du volume total.

229

其 術 曰：

qí shù yuē

3POSS procédure dire

La procédure se déroule ainsi :

置 米 粟，

zhì mǐ sù

poser millet décortiqué millet égrené

On pose [les valeurs pour] le millet décortiqué et égrené,

五 米 三 粟/•123/

wǔ mǐ sān sù

{5} millet décortiqué {3} millet égrené

on multiplie par 5 le millet décortiqué et par 3 l'égrené^a,

a. Il s'agit ici comme dans le début de la section d'appliquer de façon symétrique l'équivalence de valeur entre le millet décortiqué et le millet non décortiqué.

/124•/... 并 以 為 法,
... *bing yǐ wéi fǎ*
... grouper pour faire diviseur
[...] on ajoute pour former le diviseur,

... 米 粟
... *mǐ sù*
... millet décortiqué millet égrené
[...] le millet décortiqué et le millet égrené

各 乘 之 為 實,
gè chéng zhī wéi shí
chacun multiplier 3OBJ faire dividende
sont respectivement multipliés pour faire les dividendes,

實 如 法 而 成 一。/•124/
shí rú fǎ ér chéng yī
dividende comme diviseur TOP devenir {1}
on divise les dividendes par le diviseur.

230

La section se termine avec la lamelle n° 125 sur laquelle ne sont lisibles que quatre caractères. On y reconnaît un fragment de l'expression d'une fraction composée, mais on ne sait pas s'il faut rattacher ce nombre à la situation précédente ou s'il appartient à un nouveau cas numérique.

/125•/ 石 五十 又 /•125/
... .. *shí wǔshí yòu*
... .. *shí {5}{10}* et
[... ..] 50/[... ..] de *shí* et [... ..]

4-48. TRANSPORT DE CHARBON DE BOIS

/126•/ 負 炭
fù tàn
porter^a charbon de bois

Transport de charbon de bois

a. HAO Huifang (2008, 154) pour les acceptions de *fù* 負.

負 炭 山 中
fù tàn shān zhōng
 porter charbon de bois montagne intérieur

Une collecte^a de charbon de bois en montagne

a. On traduit ici par collecte, la finalité du transport.

日 為 成 炭 七 斗 到 車。
rì wéi chéng tàn qī dòu dào chē
 jour faire achevé charbon de bois {7} dòu arriver charrette

donne en une journée une charretée de 7 dòu de bois pyrolisé^a.

a. On a d'abord *tàn* 炭 traduit charbon de bois, puis *chéng tàn* 成炭 (charbon de bois « achevé » prêt à être consommé) que nous traduisons bois pyrolisé.

次 一 日 而 負
cì yī rì ér fù
 suivant {1} jour TOP porter

Pendant une autre journée on transporte

炭 道^a 車 到 官 一 石。
tàn dào chē dào guān yī shí
 charbon en charrette arriver garnison {1} shí

1 shí de charbon de bois en charrette jusqu'à la garnison.

a. HAO Huifang (2008, 111) propose la lecture *dǎo* et la signification *yóu* 由, *cóng* 從 qui sont des prépositions placées devant des désignations de points de départ, c'est le sens de l'occurrence de *dǎo* à la ligne suivante. Mais ici la préposition introduit le moyen de transport.

今 欲 道 官 往 之
jīn yù dào guān wǎng zhī
 actuel souhaiter partir de garnison aller jusqu'à

Considérons que l'on veuille aller de la garnison jusqu'au

負 炭 中, 負 炭
fù tàn zhōng fù tàn
 porter charbon de bois intérieur porter charbon de bois

lieu de chargement du charbon de bois et le transporter

遠 到 官。 /•126/
yuǎn dào guān

loin arriver garnison

sur toute la distance jusqu'à la garnison.

/127●/ 問 日 到 炭 幾何。
wèn rì dào tàn jǐhé
demander jour arriver charbon de bois combien

On demande la quantité livrée par jour.

曰： 日 得 炭
yuē rì dé tàn
dire jour obtenir charbon de bois

La réponse est : en une journée, on reçoit en charbon de bois

四 斗 十一分[sic]^a 升 二。
sì dòu shí yī fēn shēng èr
{4} dòu {10}{1}fēn shēng {2}

4 dòu et 2/11 de shēng [recte : 4 dòu et 2/17 de shēng].

a. Un caractère *yī* — {1} se voit sur la lamelle là où la cohérence des calculs voudrait le caractère *qī* 七 {7}.

術 曰：
shù yuē
procédure dire

On procède comme suit :

取 七 斗 者 十 之， 得 七 石
qǔ qī dòu zhě shí zhī dé qī shí
prendre {7} dòu NMLZ {10} 3OBJ obtenir {7} shí

On multiplie les 7 dòu chargés par 10, obtenant 7 shí

七 日 亦 負 到 官，
qī rì yì fù dào guān
{7} jour de même porter arriver garnison

transportés parcellément en 7 jours^a jusqu'à la garnison,

a. Comme le texte a précisé qu'une charretée de charbon de bois faisait 1 *shí* et qu'il fallait une journée pour la transporter jusqu'au poste administratif, alors il faut bien 7 jours pour transporter les 7 *shí* de charbon de bois ramassés en 10 jours. Le terme *yì* 亦 (de même) se réfère au déroulement des opérations de chargement et de transport.

即 取 十 日
jí qǔ shí rì
alors prendre {10} jour

alors les 10 jours de collecte

與 七 日 并 /•127//128•/ 為 法,
yǔ qī rì bīng wéi fǎ
 et {7} jour grouper faire diviseur
et les 7 jours [de transport] sont additionnés formant le diviseur,

如 法 得 一 斗。
rú fǎ dé yī dòu
 comme diviseur obtenir {1} *dòu*
on effectue la division pour obtenir les *dòu*.

a. On obtient un résultat en *dòu*, ce qui implique que les 7 *shí* de charbon de bois ramassés en 10 jours ont été représentés par 70 *dòu* pour former le dividende. La division donne une livraison moyenne journalière de 4 *dòu* et 2/17 de *shēng* de charbon de bois.

Cette section repose sur une situation de ramassage de charbon de bois sur un site de production et son transport en charrette jusqu'à une garnison ou à un poste administratif. Sont d'abord spécifiés le volume 7 *dòu* réuni en une journée consacrée à la collecte et la quantité 1 *shí* livrée lors d'une autre journée quant à elle dévolue au transport (livraison d'une charrette et retour à vide jusqu'au site de production).

Le texte considère ensuite la quantité 70 *dòu* soit 7 *shí* de charbon de bois récolté en 10 jours et dont le transport nécessite 7 jours. On est ainsi capable en effectuant la division de 70 par 17 de calculer le volume moyen virtuellement livré en un jour.

4-49. TUBES DE BAMBOU

/129•/ 盧唐^a
lútáng
 tube de bambou

Tubes de bambou

a. Pour PENG Hao (2001, 94, note 1), ce terme désigne les tubes de bambou tels que ceux trouvés dans la tombe n° 1 du site archéologique de Mawangdui et dans la tombe n° 168 de Fenghuangshan à Jiangling.

程 曰：
chéng yuē
 norme dire
La norme stipule :

一 日 伐 竹 六十 箇,
yī rì fá zhú liù shí gè
{1} jour abatte bambou {6}{10} CLF

En 1 jour on abat 60 bambous^a,

a. C'est l'énoncé d'une norme de productivité : en une journée de travail une personne n'effectuant que cette tâche peut, ou doit, abattre 60 tiges de bambou.

一 日 為 盧唐 十五,
yī rì wéi lútáng shí wǔ
{1} jour faire tube de bambou {10}{5}

en 1 jour on débite 15 tubes de bambou,

一 竹 為 三 盧唐。
yī zhú wéi sān lútáng
{1} bambou faire {3} tube de bambou

1 tige de bambou donne 3 tubes^a.

a. C'est la deuxième partie de norme de productivité qui revient à dire qu'en une journée de travail une personne n'effectuant que cette tâche débite 15 tubes dans 5 tiges de bambou.

234
—

欲 令 一 人
yù lìng yī rén
souhaiter CAUS {1} personne

On voudrait qu'une seule personne

自 伐 竹 因 為 盧唐。
zì fá zhú yīn wéi lútáng
soi-même couper bambou pour faire tube de bambou
coupe les bambous elle-même afin de confectionner les tubes.

一 日 為 幾何? 曰:
yī rì wéi jǐhé yuē
{1} jour faire combien dire

Combien sont fabriqués en 1 jour ? La réponse est :

為 十三/•129//130•/ 盧唐 四分之三。
wéi shí sān lútáng sì fēn zhī sān
faire {10}{3} tube de bambou {4}fēn zhī {3}

On fabrique 13 tubes 3/4.

術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

以 六十 為 法，

yǐ liù shí wéi fǎ

avec {6}{10} faire diviseur

De 60 on fait le diviseur,

以 五十五 乘 十五 為 實。/•130/

yǐ wǔ shí wǔ chéng shí wǔ wéi shí

avec {5}{10}{5} multiplier {10}{5} faire dividende

on multiplie 15 par 55 pour faire le dividende.

Le texte de cette section repose sur la fabrication de tubes de bambou en partant de l'abattage des tiges jusqu'à la confection des tubes à partir des tiges creuses.

Le déroulé des calculs énoncé par le texte et la réponse permettent de comprendre que la problématique posée ici concerne la production que peut assurer une personne affectée à l'abattage des tiges et la confection en une journée effective de travail, et non une production journalière moyenne¹⁹ comme c'était le cas dans la section précédente.

Le texte part du fait qu'il faut 5 tiges de bambou pour fabriquer 15 tubes. Or l'abattage de 5 tiges prend 5/60 de la journée de travail. Donc il reste 55/60 de cette journée pour confectionner les tubes. On pose la règle de trois :

1 jour ----- 15 tubes

55/60 jour ----- ? tubes

Ce qui donne bien le calcul $15 \times 55 \div 60$ et le résultat non entier $13 + 3/4$ annoncé qui montre que si un travailleur doit abattre lui-même les bambous avant de les débiter en tubes, alors il confectionnera 13 tubes et que l'une des 5 tiges de bambou coupée ne sera pas entièrement débitée (il restera de quoi confectionner 2 tubes).

19. Une telle moyenne se calculerait en considérant 60 tiges de bambou produites en 1 jour et consommées en 12 jours (c'est-à-dire 60 jours \div 5) pour confectionner 12×15 tubes. La moyenne serait alors 12×15 tubes divisés par 13 jours soit 13 tubes 11/13.

4-50. EMPENNAGE DES FLÈCHES

/131●/ 羽 矢
yǔ shǐ
empenner flèches

Empennage des flèches^v

a. Dans le titre de cette section, *yǔ* joue le rôle syntaxique d'un verbe, il s'agit d'empenner des flèches, d'où notre titre. On peut comparer avec la traduction différente du titre de la section 4-22 alors que les titres chinois sont identiques.

程： 一 人 一 日 為
chéng yī rén yī rì wéi
norme {1} personne {1} jour faire

La norme : En 1 jour, 1 personne produit

矢 三十、 羽 矢 二十。
shǐ sān shí yǔ shǐ èr shí
flèche {3}{10} empenner flèche {2}{10}
30 flèches ou empenne 20 flèches.

236

今 欲 令
jīn yù lìng
actuel souhaiter CAUS

Considérons que l'on veuille faire en sorte que

一 人 為 矢 且 羽 之，
yī rén wéi shǐ qiě yǔ zhī
{1} personne faire flèche et empenner 3OBJ

1 seule personne fabrique des flèches et les empenne.

一 日 為 幾何？ 曰： 為 十二。
yī rì wéi jǐhé yuē wéi shí èr
{1} jour faire combien dire faire {10}{2}

Combien en produit-elle en 1 jour ? Elle en produit 12.

術 曰：
shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

并 矢、 羽 以 為 法，
bīng shǐ yǔ yǐ wéi fǎ
 grouper flèche empennage pour faire diviseur

On additionne les flèches et les plumes pour former le diviseur,

以 矢、 羽 相 乘 為 實。 /●131/
yǐ shǐ yǔ xiāng chéng wéi shí
 avec flèche empennage l'un l'autre multiplier faire dividende
flèches et empennages se multiplient entre eux formant le dividende.

La présente section repose sur une situation de production de flèches empennées. Comme dans la section précédente, la fabrication distingue deux étapes qui sont ici : la confection des flèches elles-mêmes (30 en une journée) et leur empennage (20 en une journée). En suivant la même démarche que dans la section précédente, on détermine qu'il faut respectivement $1/30$ et $1/20$ d'une journée pour faire une flèche et l'empenner, soit une durée totale $1/30 + 1/20$ que l'on peut transformer en $(20 + 30) / (30 \times 20)$ qui est justement le calcul que décrit le texte. Il faut finalement $50/600$ d'une journée pour fabriquer une flèche empennée. En inversant nous trouvons bien que l'on produit $600 \div 50 = 12$ flèches empennées en 1 journée de travail.

Le hasard des données numériques fait que la moyenne journalière est aussi de 12 flèches empennées, ce que l'on peut calculer en considérant une production de 60 flèches en 2 jours et l'empennage de ces 60 flèches en 3 jours, soit une moyenne de $60 \div 5 = 12$, déterminée sur 5 journées de travail.

237

4-51. VOYAGE

/132●/ 行
xíng
 voyage

Voyage

甲 行 五 十 日。
jiǎ xíng wǔ shí rì

1^{re} tige céleste voyager {5}{10} jour

Une personne donnée^a voyage 50 jours.

a. *Jiǎ*, le premier terme de la série des 10 « tiges célestes », désigne ici une personne quelconque, comme on dirait « la personne A » ; les trois premiers termes des « tiges célestes » *jiǎ*, *yǐ* et *bīng* désignent souvent trois objets comme nous dirions A, B et C.

今 日 壬 申，
jīn jīnrì rénshēn

actuel aujourd'hui 9^e terme sexagésimal

Considérons qu'aujourd'hui^a est le jour *rénshēn*,

a. Ici, on a d'abord *jīn* « actuel » qui marque une mise en situation que nous rendons avec « considérons que », puis vient *jīnrì* qui désigne la journée où se place le discours.

問 何 日 初 行。
wèn hé rì chū xíng
demander quel jour début voyager
on demande quel jour a débuté le voyage.

術 曰：
shù yuē
procédure dire
On procède comme suit :

問 壬 申 何 旬 也。
wèn rénshēn hé xún yě
demander neuvième terme sexagésimal quel décade DECL
On demande à quelle décade appartient le jour *rénshēn*.

曰： 甲子 之 旬 也。
yuē jiǎzǐ zhī xún yě
dire premier terme hexadécimal DET décade DECL
La réponse est : à la décade de *jiǎzǐ*.

a. *jiǎzǐ* est le premier terme de la série sexagésimale qui sert ici à numéroter les jours et qui compte 6 décades chacune nommée par son premier jour.

既 道 甲 數 到 壬
jì dǎo jiǎ shù dào rén
puisque partir de 1^{re} tige céleste compter arriver 9^e tige céleste
Puisque de *jiǎ* jusqu'à *rén* on compte

九 日， 置 九， 又 增 / •132/
jiǔ rì zhì jiǔ yòu zēng
{9} jour poser {9} et augmenter
9 jours^a, on pose 9, on augmente [... ..]

a. Le jour *rénshēn* est le neuvième de la décade *jiǎzǐ*, c'est aussi le neuvième terme de tout le cycle sexagésimal.

La problématique de cette section est de déterminer le jour du départ d'un voyage connaissant le nom du jour d'arrivée et le nombre de jours voyagés.

Les jours sont nommés avec les 60 termes du cycle sexagésimal traditionnel. Ces 60 termes sont formés par combinaison des 10 « tiges célestes » (*jiǎ, yǐ, bǐng, dīng, wù, jǐ, gēng, xīn, rén, guì*) et des 12 « branches terrestres » (*zǐ, chǒu, yín, mǎo, chén, sì, wǔ, wèi, shēn, yóu, xū, hài*). L'arrivée a lieu un jour *rénshēn* qui est le neuvième de la décade qui commence par le jour *jiǎzǐ*, et d'ailleurs aussi de tout le cycle sexagésimal. Le texte de la section est incomplet et ne nous montre pas de démarche de résolution.

Comme le voyage a duré 50 jours, nous pouvons conjecturer que le départ a eu lieu un jour *rénwǔ* (le 19^e terme du cycle sexagésimal) si on ne compte pas le jour d'arrivée dans les 50 jours de voyage²⁰. Mais si en revanche on compte le jour de départ dans les 50 jours de voyage, alors le départ s'est fait un jour *guǐwèi* (le 20^e terme du cycle sexagésimal)²¹.

Décade <i>jiǎxū</i>	<i>jiǎxū</i>	<i>yǐhài</i>	<i>bǐngzǐ</i>	<i>dīngchǒu</i>	<i>wùyín</i>	<i>jǐmǎo</i>	<i>gēngchén</i>	<i>xīnsì</i>	Départ le jour <i>rénwǔ</i>	Départ le jour <i>guǐwèi</i>
Décade <i>jiǎshēn</i>	<i>jiǎshēn</i>	<i>yǐyóu</i>	<i>bǐngxū</i>	<i>dīnghài</i>	<i>wúzǐ</i>	<i>jǐchǒu</i>	<i>gēngyín</i>	<i>xīnmǎo</i>	<i>rénchén</i>	<i>guìsì</i>
Décade <i>jiǎwǔ</i>	<i>jiǎwǔ</i>	<i>yǐwèi</i>	<i>bǐngshēn</i>	<i>dīngyóu</i>	<i>wùxū</i>	<i>jǐhài</i>	<i>gēngzǐ</i>	<i>xīnchǒu</i>	<i>rényín</i>	<i>guǐmǎo</i>
Décade <i>jiǎchén</i>	<i>jiǎchén</i>	<i>yǐsì</i>	<i>bǐngwǔ</i>	<i>dīngwèi</i>	<i>wùshēn</i>	<i>jǐyóu</i>	<i>gēngxū</i>	<i>xīnhài</i>	<i>rénzǐ</i>	<i>guǐchǒu</i>
Décade <i>jiǎyín</i>	<i>jiǎyín</i>	<i>yǐmǎo</i>	<i>bǐngchén</i>	<i>dīngsì</i>	<i>wùwǔ</i>	<i>jǐwèi</i>	<i>gēngshēn</i>	<i>xīnyóu</i>	<i>rénxū</i>	<i>guǐhài</i>
Décade <i>jiǎzǐ</i>	<i>jiǎzǐ</i>	<i>yǐchǒu</i>	<i>bǐngyín</i>	<i>dīngmǎo</i>	<i>wùchén</i>	<i>jǐsì</i>	<i>gēngwǔ</i>	<i>xīnwèi</i>	Arrivée le jour <i>rénshēn</i>	<i>guǐyóu</i>

Figure 4-3. Les 60 termes du cycle sexagésimal pour les 60 jours des 6 décades.

20. C'est ce que proposent GUO Shuchun (2001) et GUO Shirong (2001).

21. Une possibilité suggérée par ŌKAWA *et al.* (2006, 134-135).

4-52. PARTAGE DE PIÈCES

/133●/ 分 錢
fēn qián
partage pièce

Partage de pièces

分 錢 人 二 而 多 三,
fēn qián rén èr ér duō sān
partage pièces personne {2} CONJ plus {3}

Si 2 pièces étaient données à chaque personne alors il en resterait 3,

人 三 而 少 二,
rén sān ér shǎo èr
personne {3} CONJ moins {2}

si c'était 3 pièces alors il en manquerait 2.

問 幾何 人、 錢 幾何。
wèn jǐhé rén qián jǐhé
demander combien personne pièce combien

On demande combien il y a de personnes et de pièces.

得 曰： 五 人， 錢 十三。
dé yuē wǔ rén qián shí sān
obtenir dire {5} personne *qián* {10}{3}

La réponse est : 5 personnes et 13 pièces.

盈、 不 足
yíng bù zú
excédent NEG suffisant

L'excédent et le déficit^a

a. Nous reprenons la terminologie excédent et déficit utilisée par CHEMLA & GUO (2004, 449-555) dans leur traduction du chapitre VII des *Neuf Chapitres*. On constate ici l'ancienneté de la méthode mise en œuvre dans les *Neuf Chapitres*.

互 乘 母
hù chéng mǔ
en biais multiplier dénominateur

multiplie le dénominateur de l'autre fraction

為 實，

wéi shí

faire dividende

donnant les dividendes^a,

a. Les données sont formatées en quotients : l'excédent 3 quand 2 pièces sont distribuées par personne est considérée comme $3 \div 2$ et le déficit 2 quand 3 pièces sont distribuées par personne comme $2 \div 3$. La procédure recoure aux mots « numérateur », « dénominateur », « dividende » et « diviseur » pour préciser les positions des données sur la surface de calcul : excédent et déficit sont en position de numérateurs (ou diviseurs), alors que les nombres de pièces distribuées par personne sont en position de dénominateurs (ou dividendes). Sur la surface de calcul, on a donc d'abord la représentation de $3 \div 2$ et $2 \div 3$ qui est transformée en $(3 \times 3) \div 2$ et $(2 \times 2) \div 3$, autrement dit $9 \div 2$ et $4 \div 3$. Puis, le texte ne le précise pas, 9 et 4 s'ajoutent donnant 13 qui reste en position de « dividende ».

子 相 從 為 法。

zǐ xiāng cóng wéi fǎ

numérateur l'un l'autre ajouter faire diviseur

les numérateurs s'ajoutent formant le diviseur^a.

a. Les « numérateurs » initiaux 3 (l'excédent) et 2 (le déficit) s'ajoutent donnant le « diviseur ». On a finalement le quotient $13 \div 5$ qui signifie qu'il y a 13 pièces pour 5 personnes.

皆 盈 若 /•133//134•/ 不 足，

jiē yíng ruò bù zú

tout excédent comme NEG suffisant

Quand on n'a que des excédents ou que des déficits^a,

a. Le texte continue en traitant maintenant d'un autre type de situation où les données conduisent à deux excédents ou à deux déficits.

子 互 乘 母

zǐ hù chéng mǔ

numérateur en biais multiplier dénominateur

chaque numérateur multiplie le dénominateur de l'autre fraction

而 各 異 置 之，

ér gè yì zhì zhī

CONJ chacun différent poser 3OBJ

et on les pose chacun séparément^a,

a. Le début de la procédure est identique à ce que l'on faisait avec un déficit et un excédent. Les deux produits sont placés en position de « numérateurs » sur la surface de calcul.

以 子 少 者 除

yǐ zǐ shǎo zhě chú

avec numérateur moins NMLZ retrancher

le plus petit numérateur est retranché

子 多 者, 餘 為 法,
zǐ duō zhě yú wéi fǎ
numérateur plus NMLZ reste faire diviseur

du plus grand, la différence est le diviseur^a,

a. Ces « numérateurs » représentent les deux déficits ou les deux excédents.

以 不 足 為 實。/●134/
yǐ bù zú wéi shí
avec NEG suffisant faire dividende

le déficit est le dividende^a.

a. Cette proposition n'est pas claire. La cohérence de la procédure commande que l'on prenne comme « dividende » la différence des deux produits que l'on avait posés sur la surface de calcul.

La section commence par une situation numérique où l'on détermine un nombre de personnes et un nombre de pièces de monnaie à partir d'informations sur deux situations virtuelles de partage de ces pièces : un partage qui attribuerait 2 pièces à chaque personne résulterait en un excédent de 3 pièces, un autre partage qui attribuerait 3 pièces à chacun aboutirait à un déficit de 2 pièces. La procédure note les deux données d'un partage donné sur la surface de calcul comme on y représenterait une fraction : en place du numérateur, on met l'excédent ou le déficit, et la position du dénominateur est occupée par le nombre de pièces distribuées. Les deux cas de partage conduisent à une matrice de quatre nombres. Un traitement sur les deux « numérateurs » et les deux « dénominateurs » (ici ces termes désignent des positions sur la surface) permet de calculer le résultat qui est lui-même représenté comme un quotient : le nombre de pièces est appelé dividende, le nombre de personnes est le diviseur.

La section explique ensuite, et désormais sans fournir d'exemple numérique, la procédure quand les deux partages virtuels donnent deux excédents ou deux déficits. Ces procédures d'interpolation linéaire sont cohérentes, ce dont on peut se convaincre avec une approche arithmétique ou en posant un système linéaire de deux équations à deux inconnues.

4-53. PRIX DU MILLET DÉCORTIQUÉ

/135●/ 米 出 錢
mǐ chū qián
millet décortiqué sortir qián

Prix du millet décortiqué^a

a. En réalité cette section ne se limite pas au millet décortiqué. Elle considère des mélanges de millet décortiqué et de millet poli, et de millet en panicules et de millet décortiqué. Elle applique la procédure de l'excédent et du déficit aux prix attribués à ces produits.

糲米^[sic] 二 斗 三 錢，
līmī èr dǒu sān qián
 millet décortiqué {2} *dǒu* {3} *qián*

2 *dǒu* de millet décortiqué [recte : millet poli] valent 3 *qián*,

a. La cohérence entre les données et le résultat du calcul pour 13 *qián* font comprendre qu'ici *līmī* 糲米 (millet décortiqué) est écrit à la place de *bàimī* 粳米 (millet poli).

糲米 三 斗 二 錢。
līmī sān dǒu èr qián
 millet décortiqué {3} *dǒu* {2} *qián*

3 *dǒu* de millet décortiqué valent 2 *qián*.

a. Remarquons que les prix énoncés ici entretiennent un rapport de 9/4 qui ne coïncide pas avec le rapport de valeur d'échange de 10/9 entre le millet décortiqué et le millet poli. Les prix du marché étaient donc partiellement déconnectés des taux de change fixés par l'État.

今 有 糲、 粳 十 斗
jīn yǒu lì bǎi shí dǒu
 actuel avoir millet décortiqué millet poli {10} *dǒu*

Considérons 10 *dǒu* de millet décortiqué et de millet poli

賣 得 十三 錢。
mài dé shí sān qián
 vendre obtenir {10}{3} *qián*
dont la vente donne 13 *qián*.

243

問 糲、 粳 各 幾 何。
wèn lì bǎi gè jǐhé

demander millet décortiqué millet poli chacun combien

On demande les quantités respectives de millet décortiqué et poli.

曰：

yuē

dire

La réponse est :

粳 七 斗 五分 三， /•135/
bài qī dǒu wǔ fēn sān
 millet poli {7} *dǒu* {5} *fēn* {3}

7 *dǒu* et 3/5 de *dǒu* de millet poli,

/136●/ 糲 二 斗 五分 二。
lì *èr* *dǒu* *wǔ fēn* *èr*
 millet décortiqué {2} *dǒu* {5}*fēn* {2}

2 dǒu et 2/5 de dǒu de millet décortiqué.

術 曰：
shù *yuē*

procédure dire

On procède comme suit :

令 皆 糲[sic]^a 也，
lìng *jiē* *lì* *yě*

Si tout millet décortiqué DECL

S'il n'y avait que du millet décortiqué [recte : millet poli],

a. Ici encore *lì* 糲 (millet décortiqué) est écrit à la place de *bàì* 稗 (millet poli).

錢 盈 二；
qián *yíng* *èr*
qián excéder {2}

on aurait un excédent de 2 qián^a ;

a. En effet, si l'on avait 10 *dǒu* de millet poli, en *qián* cela coûterait $10 \times 3/2 = 15$ (puisque le prix du millet poli s'élève à 3 *qián* pour 2 *dǒu*), ce qui aboutirait bien à un excédent de 2 *qián* par rapport au prix de 13 *qián* donné pour les 10 *dǒu* du mélange.

令 皆 稗[sic]^a 也，
lìng *jiē* *bàì* *yě*

si tout millet poli DECL

s'il n'y avait que du millet poli [recte : millet décortiqué],

a. Ici c'est *bàì* 稗 (millet poli) qui est écrit là où la cohérence textuelle voudrait que l'on ait *lì* 糲 (millet décortiqué).

錢 不 足 六 少半。
qián *bù* *zú* *liù* *shǎobàn*
qián NEG suffisant {6} {1/3}

on aurait un déficit de 6 qián et 1/3 de qián^a.

a. La deuxième conjecture part du cas où l'on aurait 10 *dǒu* de millet décortiqué. En *qián* cela coûterait $10 \times 2/3 = 6 + 2/3$ avec 2 *qián* les 3 *dǒu* de millet décortiqué. Finalement on aurait bien un déficit de 6 *qián* et 1/3 de *qián* par rapport au prix de 13 *qián* donné pour les 10 *dǒu* de mélange de grain de millet conditionné.

同 盈、 不 足 以 為 法，
tóng yíng bù zú yǐ wéi fǎ
 assembler excédent NEG suffisant pour faire diviseur

On ajoute l'excédent et le déficit ce qui donne le diviseur^a,

a. Le diviseur qui servira plus loin dans le déroulé du calcul est ainsi $2 + 6 + 1/3 = 8 + 1/3$.

以 盈 乘 十 斗
yǐ yíng chéng shí dòu
 avec excédent multiplier {10} dòu

on multiplie 10 *dòu* par l'excédent

a. Rappelons nous que ces 10 *dòu* représentent le volume du mélange dont on cherche les proportions en millet décortiqué et en millet poli.

為 糲[*sic*]^a,
wéi bài

faire millet poli

ce qui donne le millet poli [recte : millet décortiqué]^b,

a. À nouveau *bài* 糲 (millet poli) est écrit là où on attendrait *li* 糲 (millet décortiqué).

b. Sur la surface de calcul, on a ainsi posé $10 \times 2 = 20$ au titre du millet décortiqué.

以 不/•136//137•/ 足 乘 十 斗
yǐ bù zú chéng shí dòu
 avec NEG suffisant multiplier {10} dòu

on multiplie 10 *dòu* par le déficit

為 糲[*sic*]^a,
wéi li

faire millet décortiqué

ce qui donne le millet décortiqué [recte : millet poli]^b,

a. Ici *li* 糲 (millet décortiqué) est écrit à la place de *bài* 糲 (millet poli).

b. Sur la surface de calcul en plus de l'entier 20 au titre du millet décortiqué on a donc maintenant aussi la quantité $10 \times (6 + 1/3)$ représentée on ne sait sous quelle forme au titre du millet poli.

皆 如 法 一 斗。/•137/
jiē rú fǎ yī dòu
 tout^a comme diviseur {1} dòu

on divise les deux^b par le diviseur pour avoir le résultat en *dòu*.

a. Il s'agit concrètement des deux nombres correspondant respectivement au millet décortiqué et au millet poli.

b. Les deux divisions par $8 + 1/3$ donnent bien les résultats énoncés plus haut dans le texte et ainsi s'achève la première partie de la section.

La section se poursuit avec une nouvelle situation pour laquelle est encore appliquée la même procédure de l'excédent et du déficit, mais avec un vocabulaire différent.

/138•/ 米 斗 一 錢 三分 錢 二,
mǐ dǒu yī qián sān fēn qián èr
millet décortiqué *dǒu {7} qián {3}fēn qián {2}*

1 dǒu de millet décortiqué vaut 1 qián et 2/3 de qián,

黍 斗 一 錢 半 錢。
shǔ dǒu yī qián bàn qián
millet commun en panicules *dǒu {1} qián {1/2} qián*

1 dǒu de millet commun en panicules vaut 1 qián et 1/2 qián.

今 以 十六 錢 買
jīn yǐ shí liù qián mǎi
actuel avec {10}{6} *qián* acheter

Considérons que pour 16 qián on achète

246

米、 黍 凡 十 斗，
mǐ shǔ fān shí dǒu
millet décortiqué millet commun en panicules total {10} *dǒu*
un total de 10 dǒu de millet commun décortiqué et en panicules,

問 各 幾何，
wèn gè jǐhé
demander chacun combien
on demande combien il y a respectivement de chacun,

用 錢 亦 各 幾何。/•138/
yòng qián yì gè jǐhé
utiliser *qián* de même chacun combien
ainsi que le montant dépensé pour chacun.

/139•/ 得 曰：
dé yuē
obtenir dire

On obtient :

米 六 斗、 黍 四 斗、
mǐ liù dòu shǔ sì dòu
 millet décortiqué {6} *dòu* millet commun {4} *dòu*
 en panicules

6 *dòu* de millet décortiqué, 4 *dòu* de millet commun en panicules,

米 錢 十、
mǐ qián shí
 millet décortiqué *qián* {10}
10 *qián* pour le millet décortiqué,

黍 六。
shǔ liù
 millet commun en panicules {6}
6 *qián* pour le millet commun en panicules.

術 曰：
shù yuē
 procédure dire
On procède comme suit :

以 盈 不 足。
yǐ yíng bù zú
 avec excédent NEG suffisant
On recourt à un excédent et à un déficit^a.

a. Nous traduisons l'expression *yíng bù zú* comme la désignation de deux quantités qualifiées respectivement d'excédent et de déficit, on peut aussi estimer qu'il s'agit du nom de la procédure qui se fonde sur ces deux quantités.

令 皆 為 米，
lìng jiē wéi mǐ
 si tout faire millet décortiqué
Si l'on n'avait que du millet décortiqué,

多 三分 錢 二；
duō sān fēn qián èr
 plus {3} *fēn* *qián* {2}
on aurait un surplus^a de 2/3 de *qián* ;

a. Dans cette partie, l'excédent est appelé *duō* 多 « plus, surplus » au lieu de *yíng* 盈 « excédent » que l'on trouvait plus haut.

皆 為 黍,

jiē wéi shǔ

tout faire millet commun en panicules

[si] l'on n'avait que du millet commun en panicules,

少 錢。

shǎo qián

moins qián

on aurait un manque^a de 1 qián.

a. Ici, le déficit s'appelle simplement *shǎo* 少 « peu, manque » à la place de *bùzú* 不足 « déficit » plus haut.

下 有 三分, /●139//140●/ 以 一 為 三

xià yǒu sān fēn yǐ yī wéi sān

dessous avoir {3}fēn pour {1} faire {3}

Le plus grand dénominateur étant 3, on prend 3 pour unifier,

命 曰 各,

mìng yuē gè

nommer dire chacun^a

on l'affecte au surplus et au manque comme dénominateur^b,

a. Il s'agit concrètement des deux nombres 2/3 et 1 qualifiés respectivement de « surplus » et de « manque » ; ils sont représentés sur la surface de calcul.

b. Le terme *mìng* 命 a été rencontré précédemment, il indique ici que l'on forme deux fractions dont le diviseur est 3.

而 少 三,

ér shǎo sān

CONJ moins {3}

alors le manque devient 3^a,

a. Maintenant sur la surface de calcul, les valeurs de « surplus » et de « manque » sont devenues respectivement 2 et 3, ainsi « surplus » et « manque » fonctionnent comme des variables dynamiques.

并 多 而 少 為 法。

bìng duō ér shǎo wéi fǎ

grouper plus CONJ moins faire diviseur

on ajoute le surplus et le manque pour former le diviseur^a.

a. Le diviseur formé est 5, la somme de 2 et de 3.

更 異 置 二、 三，
gèng yì zhì èr sān
 répéter^a différent poser {2} {3}

On pose à nouveau séparément 2 et 3^b,

- a. HAO Huifang (2008, 167) propose la lecture *gèng* et le sens « de nouveau », « encore ».
 b. Cette mention laisse entendre que la routine mise en œuvre pour effectuer l'addition $2 + 3 = 5$ avait détruit la représentation sur la surface de calcul des deux termes 2 et 3 de la somme. On les replace maintenant pour continuer le calcul.

以 十 斗 各 乘 之
yǐ shí dòu gè chéng zhī
 avec {10} *dòu* chacun multiplier 3OBJ

on les multiplie respectivement par 10 *dòu*

即 貿 其 得，
jí mào qí dé
 alors échanger^a 3POSS obtenir

alors on échange les nombres obtenus^b,

- a. Selon HAO Huifang (2008, 299).
 b. Les nombres 20 et 30 étaient respectivement le « surplus » et le « manque » attribués respectivement au millet décortiqué et au millet en panicules. On les « échange », possiblement en permutant leurs positions sur la surface de calcul, de sorte que ce soit désormais 30 et 20 qui soient pris comme dividendes respectifs des quotients qui correspondent aux quantités respectives de millet en panicules et de millet décortiqué.

如 法 一 斗。 /•140/
rú fǎ yī dòu
 comme diviseur {1} *dòu*

on divise par le diviseur pour avoir les résultats en *dòu*^a.

- a. Les deux divisions par 5 donnent bien les quantités en *dòu* annoncées plus haut. Le texte ne précise pas comment calculer les valeurs en *qián* de ces quantités. Nous vérifions les valeurs annoncées pour le millet décortiqué et le millet en panicules en multipliant les quantités en *dòu* par les prix pour 1 *dòu*.

Cette section présente deux situations sur lesquelles est mise en œuvre la procédure de l'excédent et du déficit déjà utilisée dans la section 4-52, mais avec un lexique moins standardisé dans la deuxième partie de la présente section. Ici encore le vocabulaire des fractions et des quotients est réinterprété comme la désignation des positions sur la surface de calcul.

La première situation considère un mélange de millet décortiqué et de millet poli, dont les prix entretiennent un rapport de $9/4$ qui, remarquons-le, ne coïncide pas avec le rapport de valeur d'échange de $10/9$ entre le millet

décortiqué et le millet poli. La seconde situation envisage du millet décortiqué et en panicules. Le prix 1 *qián* et 1/2 *qián* énoncé pour le millet en panicules est le même que celui donné dans la première partie pour le millet poli. Ces données suggèrent des distorsions entre des prix de négoce variables et les valeurs d'échanges des denrées fixes..

On peut aussi conjecturer que la différence de prix serait due à des dates de composition différente des deux parties de la section qui ne reflèteraient pas la même époque historique. D'ailleurs, dans la seconde partie, l'excédent et le déficit sont appelés simplement *duō* 多 « plus, surplus » et *shǎo* 少 « peu, manque » à la place des termes techniques *yíng* 盈 « excédent » et *bùzú* 不足 « déficit », ce qui laisse penser à une date de composition antérieure.

4-54. RAMPE [D'ACCÈS D'UNE TOMBE]

/141•/ 除
chú
pente

Rampe [d'accès d'une tombe]^a

a. PENG Hao (2001, 101) et HAO Huifang (2008, 83, 466) pour la lecture et le sens de *chú* 除 et de *xiànchú* 羨除. Ce dernier se voit aussi dans les *Neuf Chapitres* où il peut se lire *yànchú*.

羨除
xiànchú

voie d'accès d'une tombe

Pour la voie d'accès d'une tombe,

其 定 方 丈， 高 丈 二 尺，
qí dīng fāng zhàng gāo zhàng èr chǐ
3POSS fond^a côté *zhàng* hauteur *zhàng* {2} *chǐ*
le fond faisant 1 *zhàng* de côté^b, la hauteur 1 *zhàng* 2 *chǐ*,

a. HAO Huifang (2008, 119) liste différentes acceptions pour *dīng* 定, le sens premier est « fin, finir », par extension on a « extrémité ». PENG Hao (2001, 101) choisit ce dernier sens ici et le sens originel pour l'occurrence en fin de section. Nous traduisons les deux par « fond » et nous estimons que cela désigne le puits vertical sur lequel aboutit la rampe.

b. HPM TONGXUN (2000) explique que la rampe mène à une plate-forme de 1 *zhàng* de côté.

其 除 廣 丈、 袤 三 丈 六^a 尺，
qí chú guǎng zhàng mào sān zhàng liù chǐ
 3POSS rampe largeur *zhàng* longueur {3} *zhàng* {6} *chǐ*

la rampe faisant 1 *zhàng*^b de largeur et 3 *zhàng* 6 *chǐ*^c de longueur,

a. PENG Hao (2001, 101) et WENWU (2001, 266) transcrivent *jiǔ* 九 {9}, pourtant nous lisons *liù* 六 {6} sur la photo de la lamelle n° 141 dans WENWU (2001, 94).

b. C'est la largeur de la rampe d'accès et c'est aussi celle de la plate-forme au fond.

c. C'est la longueur de la rampe d'accès seule, on ne compte pas ici le côté 1 *zhàng* du puits rectangulaire qui surplombe la plateforme carrée.

其 一 旁 無 高，
qí yī páng wú gāo
 3POSS {1} bord NEG avoir hauteur

un des bords n'a pas de hauteur^a,

a. Cette formulation désigne l'extrémité en surface de la rampe d'accès qui « n'a pas de hauteur » alors que l'extrémité au fond est située à 12 *chǐ* de profondeur.

積 三千三百六十 尺。
jī sān qiān sān bǎi liù shí chǐ
 volume {3}{10³}{3}{10²}{6}{10} *chǐ*

le volume est 3 360 *chǐ* [cubes].

術 曰：
shù yuē
 procédure dire

On procède comme suit :

廣 積 三十 尺，
guǎng jī sān shí chǐ
 largeur accumuler {3}{10} *chǐ*

Les largeurs s'ajoutent donnant 30 *chǐ*,

a. On ajoute les mesures des « trois largeurs » du prisme, les deux largeurs au sol et celle au fond, elles font 10 *chǐ* chacune. Cette méthode oblige à diviser le produit des dimensions par 6.

除 高 以 其/•141//142•/ 廣 袤
chú gāo yǐ qí guǎng mào
 rampe hauteur avec 3POSS largeur longueur

la hauteur de la rampe ainsi que la longueur associée à sa largeur^a

a. Nous pensons que la juxtaposition de *guǎng* et *mào* signifie une relation de détermination « la longueur de sa largeur » ou « la longueur associée à sa largeur ». Si en revanche on analysait comme « la largeur et la longueur », alors la procédure serait fautive, ce qui est possible aussi. Peut-être faut-il voir ici la volonté d'insister sur le fait que l'on ne doit compter que la longueur 36 *chǐ* de la rampe sans y ajouter la longueur 10 *chǐ* du puits rectangulaire.

乘 之。 即 定。 /●142/

chéng zhī jí dìng

multiplier 3OBJ alors^a fond^b

multiplie cela^c. Alors on s'occupe du fond^d.

a. Nous interprétons *jí* 即 ici avec sa valeur adverbiale, ce qui implique que ce qui suit est un verbe ; « *jí dìng* » forme ainsi une proposition indépendante. En revanche comprendre *jí* comme élément d'une construction attributive et *dìng* comme un substantif aboutirait à une procédure fautive.

b. Nous traduisons *dìng* 定 par « fond » comme pour l'occurrence au début de la section. De plus, comme il est placé après l'adverbe *jí* 即, nous estimons qu'il est utilisé de façon prédicative (on pourra préférer dire « comme un verbe ») pour signifier le calcul à faire pour le volume du fond rectangulaire. PENG Hao (2001, 101) ne considérait qu'une rampe inclinée et pas de puits vertical, il donnait à *dìng* son sens « finir » considérant qu'il s'agissait de marquer la fin de la procédure et il concluait alors que la procédure était fautive.

c. On se retrouve maintenant avec le produit $12 \times 36 \times 30$. Nous comprenons qu'il faut diviser par 6 pour donner le volume du prisme $2\,160\text{ }ch^3$. Cette division par 6 n'est pas demandée ici, alors qu'elle l'est dans les sections suivantes.

d. Au volume du prisme s'ajoute celui de la partie rectangulaire $12\text{ }ch \times 10\text{ }ch \times 10\text{ }ch$ soit $1\,200\text{ }ch^3$; la somme fait le résultat $3\,360\text{ }ch^3$ annoncé plus haut.

Cette section donne le calcul du volume de la voie d'accès d'une tombe. Ce volume est composé d'une rampe inclinée qui aboutit sur une plate-forme plane au sol carré. Chen Xingcan (2002, 32-40) parle de la persistance aujourd'hui encore, dans les régions de Chine où le terrain le permet, de ce modèle de tombe avec une rampe qui mène à une plate-forme et à une chambre funéraire. On peut voir aussi Falkenhausen (2006, 93-101, 177-180, 205-206, 215, 255-257, 318-336, 374-390) sur les divers modèles de tombes de la Chine ancienne (puits rectangulaire avec une rampe d'accès ou aucune, ou deux, voire quatre, avec ou sans chambre funéraire latérale, avec ou sans cumulus) et leur orientation par rapport aux directions cardinales ; ces tombes sont parfois intégrées dans des ensembles complexes.

252

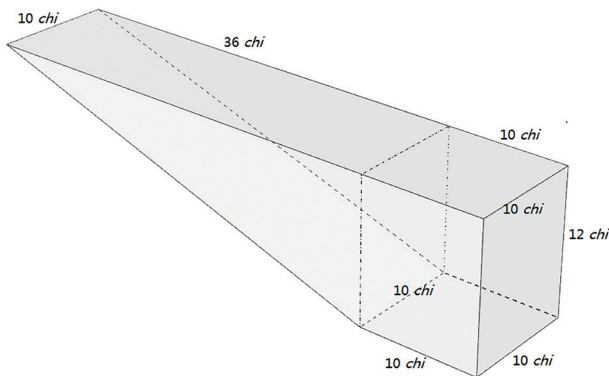


Figure 4-4. Rampe d'accès d'une tombe.

Après avoir converti toutes les mesures en *chǐ* (1 *zhàng* vaut 10 *chǐ*), le volume de la rampe est calculé comme $V_{\text{rampe}} = (10 + 10 + 10) \times 12 \times 36 \div 6$ en sommant les « trois largeurs » et divisant par 6 là où nous serions plus accoutumés à considérer $V_{\text{rampe}} = 1/2 \times 10 \times 12 \times 36$ (volume d'un prisme droit à base triangulaire) sans passer par la somme des « trois largeurs » et en divisant seulement par 2. Cela revient au même et c'est d'ailleurs l'approche avec une division par 2 qui est adoptée dans le texte de la lamelle n° 0977 de *Nombres* [*Shù* 數] pour la même forme géométrique²², alors que dans la section 17 du chapitre v des *Neuf Chapitres* on retrouve la somme des largeurs et la division par 6. Au volume du prisme reste finalement à ajouter le volume du puits rectangulaire $V_{\text{puits}} = 12 \times 10 \times 10$ ce qui donne le résultat annoncé.

4-55. VOLUME BISEAUTÉ

/143•/ 斬 都
zhǎn dū
 trancher pièce de bois

Volume biseauté^a

a. WENWU (2000, 2001, 267) et PENG Hao (2001, 103) transcrivaient *Yūdū* 鄆都, soit la « ville de Yun » qui était située dans l'actuelle province du Shandong. PENG Hao (2001, 103, note 1) envisageait qu'il aurait pu s'agir de *qiàndū* 壘堵 (un nom de solide présent dans les *Neuf Chapitres*), mais son corpus numérique (communiqué par e-mail en août 2010) opte désormais pour *zhǎn dū* 斬都 avec *zhǎn* 斬 (trancher). ZHOU Xulin & ZHANG Xiancheng (2017) interprètent *dū* 都 comme un terme de la région de Chu désignant un bloc de bois et *zhǎn dū* désignerait par métonymie l'action de biseauter et/ou un solide obtenu par biseautage.

斬 都
zhǎn dū
 trancher pièce de bois

Pour un volume biseauté,

下 厚 四 尺, 上 厚 二 尺,
xià hòu sì chǐ shàng hòu èr chǐ
 dessous épaisseur {4} *chǐ* dessus épaisseur {2} *chǐ*
l'épaisseur basse faisant 4 *chǐ*, l'épaisseur haute 2 *chǐ*,

高 五 尺, 袤 二 丈,
gāo wǔ chǐ mào èr zhàng
 hauteur {5} *chǐ* longueur {2} *zhàng*
la hauteur 5 *chǐ*, la longueur 2 *zhàng*,

22. XIAO Can (2010b, 96).

積 百三十三 尺 少半 尺。
jī bǎi sān shí sān chǐ shǎobàn chǐ
volume $\{10^2\}\{3\}\{10\}\{3\}$ *chǐ* $\{1/3\}$ *chǐ*
le volume est 133 *chǐ* [cubes] et 1/3 de *chǐ* [cube].

術 曰：
shù yuē
procédure dire
On procède comme suit :

倍 上 厚，
bèi shàng hòu
doubler dessus épaisseur
On double l'épaisseur haute,

以 下 厚 增 之，
yǐ xià hòu zēng zhī
avec dessous épaisseur augmenter 3OBJ
on lui ajoute l'épaisseur basse,

以 高 及 袤 乘 之，
yǐ gāo jí mào chéng zhī
avec hauteur et longueur multiplier 3OBJ
on multiplie cela par la hauteur et la longueur,

六 成 一。 /●143/
liù chéng yī
 $\{6\}$ devenir $\{1\}$
on divise par 6.

Cette section considère un polyèdre qui pourrait correspondre au solide de la figure 4-6 qui est similaire à la rampe de la section précédente, mais inversée, et dont la coupe transversale est désormais un trapèze de bases 2 et 4 et de hauteur 5 (en *chǐ*) et non plus un rectangle. C'est cette différence sur la forme de la base qui pourrait expliquer l'emploi du verbe *zhǎn* 斬 (trancher) pour décrire une base dont la forme canonique est rectangulaire mais qui a été biseauté.

Cependant le texte ne donne pas d'autre description du solide que ses dimensions et un nom inédit. Or les dimensions et même la résolution sont compatibles avec d'autres polyèdres comme le montre Dauben (2008, pp. 155-157), mais des formes cependant moins « évidentes » et qui ne

coïncident à aucune de celles qui seront répertoriées dans les *Neuf Chapitres*. Par conséquent notre proposition, c'était déjà celle de Ōkawa *et alii* (2006, 36-37) et de Dauben (2008, 155-157), est raisonnable même si elle reste conjecturale.

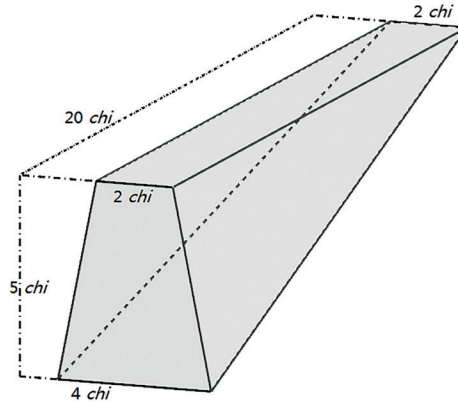


Figure 4-5. Volume biseauté.

Avec des notations actuelles, et après avoir converti toutes les mesures en *chǐ* (1 *zhàng* vaut 10 *chǐ*), le calcul proposé par le texte s'écrit $V = (2 \times 2 + 4) \times 5 \times 20 \div 6$ où $2 \times 2 + 4$ est comme dans la section précédente la somme des « trois largeurs ». Ce calcul est le même que celui qui s'applique au prisme de la section 17 du chapitre V des *Neuf Chapitres*. Le calcul est exact ce dont on peut se convaincre avec un découpage en solides plus élémentaires, par exemple un prisme droit à base triangulaire et deux pyramides à base triangulaire²³.

255

4-56. GRENIER À PAILLE

/144•/ 芻

chú

paille

Grenier à paille^a

a. *Chú* 芻 signifie « paille », mais juste après vient *chútóng* 芻童 qui désigne un « grenier à paille ». *Chú* dans le titre semble donc utilisé par métonymie pour *chútóng* d'où notre traduction. Dans la section 19 du chapitre V des *Neuf Chapitres*, *chútóng* sera devenu un vocable géométrique à part entière désignant un polyèdre particulier.

23. Le volume du prisme est $V_{\text{prisme}} = S_{\text{base}} \times H_{\text{prisme}} \div 2 = (5 \times 20 \div 2) \times 2 = 100 \text{ chǐ}^3$. Celui de l'une des pyramides est $V_{\text{pyramide}} = S_{\text{base}} \times H_{\text{pyramide}} \div 3 = (1 \times 5 \div 2) \times 20 \div 3 = 50/3 \text{ chǐ}^3$. La somme $V_{\text{prisme}} + 2 \times V_{\text{pyramide}} = 100 + 2 \times 50/3$ donne bien $V = 133 + 1/3$ en *chǐ*³.

芻童 及 方闕，

chútóng jí fāngquè

fenil et/ou tour de guet carrée

Pour un grenier à paille ou une tour de guet carrée^a,

a. Soit le texte traite d'un solide qui modélise aussi bien un grenier à paille qu'une tour de guet carrée, soit le polyèdre en question possède deux noms différents (*chútóng* et *fāngquè*).

下 廣 丈 五 尺、 袤 三 丈，

xià guǎng zhàng wǔ chǐ mào sān zhàng

dessous largeur *zhàng* {5} *chǐ* longueur {3} *zhàng*

le bas ayant une largeur de 1 *zhàng* 5 *chǐ* et une longueur de 3 *zhàng*,

上 廣 二 丈、 袤 四 丈，

shàng guǎng èr zhàng mào sì zhàng

dessus largeur {2} *zhàng* longueur {4} *zhàng*

le haut ayant une largeur de 2 *zhàng* et une longueur de 4 *zhàng*,

高 丈 五 尺，

gāo zhàng wǔ chǐ

hauteur *zhàng* {5} *chǐ*

la hauteur faisant 1 *zhàng* 5 *chǐ*,

256

積 九千二百五十 尺。

jī jiǔ qiān èr bǎi wǔ shí chǐ

volume {9}{10³}{2}{10²}{5}{10} *chǐ*

le volume est 9 250 *chǐ* [cubes].

術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

上 廣 袤、 下 廣 袤

shàng guǎng mào xià guǎng mào

dessus largeur longueur dessous largeur longueur

Les largeurs et longueurs du haut et du bas

各 自 乘， 又

gè zì chéng yòu

chacun soi-même multiplier et

se multiplie respectivement et

上/●144//145●/ 袤 從 下 袤
shàng mào cóng xià mào
 dessus longueur ajouter dessous longueur
la longueur du haut s'ajoute à celle du bas

以 乘 上 廣，
yǐ chéng shàng guǎng
 pour multiplier dessus largeur
pour multiplier la largeur du haut,

下 袤 從 上 袤
xià mào cóng shàng mào
 dessous longueur ajouter dessus longueur
la longueur du bas s'ajoute à celle du haut

以 乘 下 廣，
yǐ chéng xià guǎng
 pour multiplier dessous largeur
pour multiplier la largeur du bas,

皆 并， 乘 之，
jiē bìng chéng zhī
 tout grouper multiplier 3OBJ
on additionne tout, on multiplie cela [par la hauteur]²,

a. On attendrait ici « *yǐ gāo chéng zhī* 以高乘之 » ou « *chéng gāo* 乘高 » avec une mention explicite du produit par la hauteur.

六 成 一。/●145/
liù chéng yī
 {6} devenir {1}
on divise par 6.

Cette section propose le calcul du volume d'un solide que la section 19 du chapitre v des *Neuf Chapitres* appellera *chútóng*, étymologiquement ce terme désigne un « grenier à paille ». Mais, pour ce solide, la présente section du *Livre sur les calculs* mentionne deux appellations différentes : *chútóng* 芻童 (grenier à paille) et *fāngquè* 方闕 (tour de guet carrée).

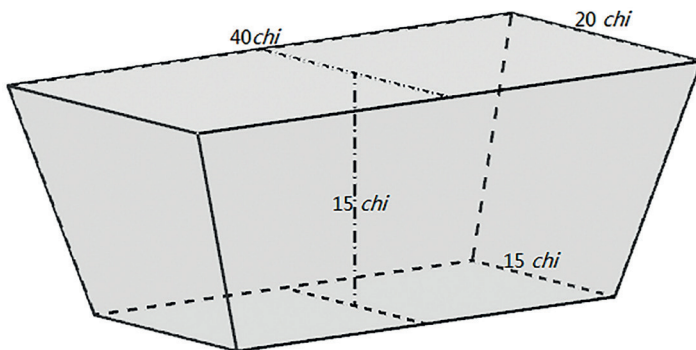


Figure 4-6. Grenier à paille.

Avec les notations actuelles, et après avoir converti toutes les mesures en *chǐ* (1 *zhàng* vaut 10 *chǐ*), le calcul proposé peut s'écrire :

$$V_{\text{grenier}} = [20 \times 40 + 15 \times 30 + (40 + 30) \times 20 + (30 + 40) \times 15] \times 15 \div 6$$

Ce calcul est exact ce dont on peut se convaincre avec un découpage en solides plus élémentaires ; par exemple, le parallélépipède rectangle central $30 \times 15 \times 15$, les quatre pyramides à base carrée des coins et les quatre prismes à base triangulaire sur les côtés.

258

4-57. CÔNE DE GRAIN

/146•/ 旋 粟
xuán sù
cercle^a grain^b

Cône de grain

a. D'après PENG Hao (2001, 106, note 1). HAO Huifang (2008, 482-483) ajoute l'acception « tourner ». Le contexte conduit à considérer le cône que forme du grain déversé sur un plan.

b. Le terme *sù* peut désigner du paddy ou du millet égrené, le texte ne le précise pas.

旋 粟 高 五 尺,
xuán sù gāo wǔ chǐ
cercle grain hauteur {5} *chǐ*

Pour un cône de grain dont la hauteur fait 5 *chǐ* et

下 周 三 丈，
xià zhōu sān zhàng
 dessous circonférence {3} *zhàng*
la circonférence de la base 3 *zhàng*,

積 百二十五 尺。
jī bǎi èr shí wǔ chǐ
 volume {10³}₂{10}{5} *chǐ*
le volume est 125 *chǐ* [cubes]^a.

a. Avec 3 pour π , la circonférence de 30 *chǐ* (puisque 3 *zhàng* font 30 *chǐ*) correspond à un rayon de 5 *chǐ*. Nous pouvons alors calculer le volume $V_{\text{cône}} = 1/3 \times \pi \times \text{rayon de base}^2 \times \text{hauteur}$, ce qui fait bien 125 *chǐ*³ toujours avec la valeur approchée 3 pour π .

● 二 尺 七 寸 而 一 石，
èr chǐ qī cùn ér yī shí
 {2} *chǐ* {7} *cùn* TOP {1} *shí*

[En considérant] 2 *chǐ* 7 *cùn* [cubes]^a pour 1 *shí* [en masse]^b,

a. La cohérence numérique montre que cette formulation désigne 2,7 *chǐ*³ soit 2700 *cùn*³ ; on rappelle que 1 *chǐ* fait 10 *cùn*.
 b. 1 *shí* volumique fait environ 0,6 *chǐ*³ et non 2,7 *chǐ*³, donc *shí* désigne ici l'unité de masse.

為 粟 四十六 石 二十七分 石 之 八。
wéi sù sì shí liù shí èr shí qī fēn shí zhī bā
 faire grain {4}{10}{6} *shí* {2}{10}{7} *fēn shí zhī* {8}
cela correspond à [une masse de] 46 *shí* et 8/27 de *shí* de grain^a.

a. Cette information sur la densité du grain ne nous permet pas de l'identifier.

其 術 曰：
qí shù yuē
 3POSS procédure dire
Pour cela on procède comme suit :

下 周 自 乘，
xià zhōu zì chéng
 dessous circonférence soi-même multiplier
La circonférence de la base se multiplie elle-même,

以 高/•146//147•/ 乘 之，
yǐ gāo chéng zhī
 avec hauteur multiplier 3OBJ
on multiplie cela par la hauteur,

三十六 成 一 ●
sān shí liù chéng yī
 {3}{10}{6} devenir {1}
on divise par 36.

大 積 四千五百 尺。 /●147/
dà jī sì qiān wǔ bǎi chǐ
 grand volume {4}{10³}{5}{10²} *chǐ*
Le grand volume étant 4 500 *chǐ* [cubes].

a. C'est la valeur du produit $30 \times 30 \times 5$ qui doit être divisé par 36 pour donner le volume du cône. En effet, comme la procédure considère le carré de la circonférence, on a donc $V_{\text{cône}} = \text{circonférence de base}^2 \times \text{hauteur} \div (2 \times \pi)^2$, or $(2 \times \pi)^2$ fait 36 puisque l'on prend la valeur approchée 3 pour π .

260

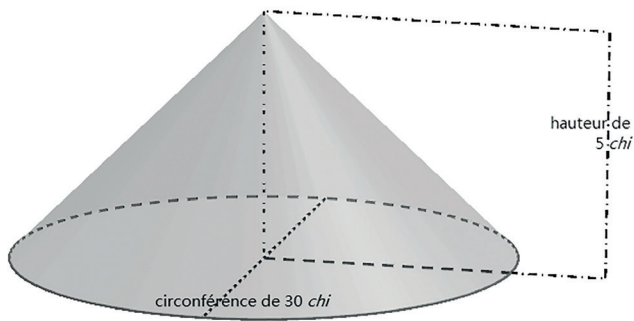


Figure 4-7. Cône de grain.

Cette section propose le calcul du volume d'un cône formé par du grain posé par terre. On en connaît la circonférence de base dont on calcule le carré puis on multiplie par la hauteur. Reste à diviser par $4\pi^2$ pour obtenir le volume cherché et, comme le texte utilise la valeur approchée 3 pour π , alors c'est par 36 que l'on divise.

Quand le coefficient 3 apparaît dans des calculs liés à des circonférences, c'est nous qui l'interprétons comme une approximation de π alors que le texte du *Livre sur les calculs* reste implicite. Le texte des sections 31 et 32 du chapitre 1^{er} des *Neuf Chapitres* utilisait encore la valeur 3, alors que Liu Hui (III^e siècle), dans son commentaire de la section 1-32 devait atteindre la valeur 3,14 qu'il identifierait comme un *taux* [*lǜ* 率]²⁴.

24. Liu Hui 劉徽 obtient la valeur 3,14 à partir des aires de polygones inscrits et circonscrits à un disque. Puis Zu Chongzhi 祖冲之 (v^e siècle) devait proposer l'intervalle d'approximation $3,141\ 592\ 6 < \pi < 3,141\ 592\ 7$. Sur l'histoire de l'approximation de π en Chine, on pourra se référer à VOLKOV (1994) qui reconstitue les calculs de Liu Hui et de Zu Chongzhi, et aussi à VOLKOV (1997) qui revient sur l'approximation de π par la fraction 355/113 également attribuée à Zu Chongzhi.

Le texte fait une digression (introduite par la ponctuation ●) concernant la masse du tas en partant de la densité du grain. Le nom d'unité *cùn* y est utilisé pour désigner un dixième de *chǐ*³ comme il désigne un dixième de *chǐ* quand il s'agit de longueurs. Autrement dit, une sous-unité décimale (1 *chǐ* = 10 *cùn*) en vient à désigner un décalage de position (un rang vers la droite) sur la surface de calcul ; un emploi qui préfigure les nombres décimaux.

4-58. TOIT D'UN GRENIER À GRAIN

/148●/ 困 蓋
qūn *gě*
 grenier à grain toit

Toit d'un grenier à grain

困 蓋
qūn *gě*
 grenier à grain toit

Pour le toit d'un grenier à grain

下 周 六 丈， 高 二 丈，
xià zhōu liù zhàng gāo èr zhàng
 dessous circonférence {6} *zhàng* hauteur {2} *zhàng*
dont la circonférence de base fait 6 *zhàng* et la hauteur 2 *zhàng*,

為 積 尺 二千 尺。
wéi jī chǐ èr qiān chǐ
 faire volume *chǐ* {2}{10³} *chǐ*
le volume est 2 000 *chǐ* [cubes].

乘 之 之 術 曰：
chéng zhī zhī shù yuē
 multiplier 3OBJ DET procédure dire

La procédure pour le multiplier^a s'énonce comme suit :

a. On constate que l'opération de multiplication désigne ici par métonymie l'ensemble du calcul aboutissant à la valeur numérique du volume.

置 如 其 周
zhì rú qí zhōu
 poser comme 3POSS circonférence

On pose encore la circonférence [sur la surface de calcul]

令 相 乘 也,
lìng xiāng chéng yě
 CAUS l'un l'autre multiplie DECL
de sorte que [ces deux nombres] se multiplient,

又 以 高 乘 之,
yòu yǐ gāo chéng zhī
 et avec hauteur multiplier 3OBJ
puis on multiplie cela par la hauteur,

三十六 成 一。/•148/
sān shí liù chéng yī
 {3}{10}{6} devenir {1}
on divise par 36.

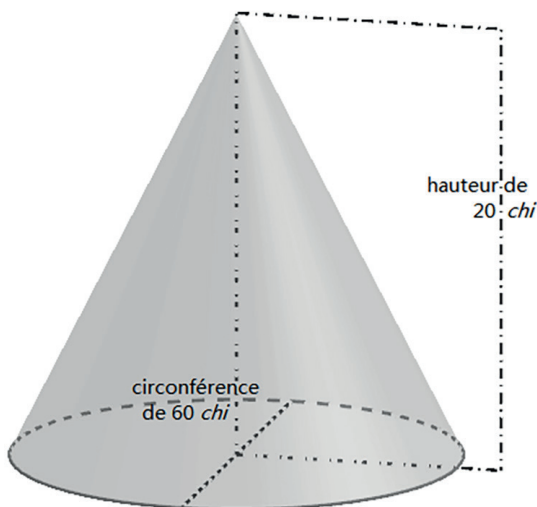


Figure 4-8. Toit d'un grenier à grain.

Cette section, comme la précédente, propose le calcul du volume d'un cône qui est désigné cette fois comme le toit d'un grenier à grain. Après avoir converti toutes les mesures en *chi* (1 *zhàng* vaut 10 *chi*), on a $V_{\text{cône}} = 60 \times 60 \times 20 \div 36$ toujours en prenant 3 comme valeur approchée de π .

La méthode est la même que dans la section précédente mais l'instruction concernant le calcul du carré de la circonférence est formulée d'une façon différente, plus concrète dans le sens où elle fait référence à la surface de calcul.

4-59. TRONC DE CÔNE

/149•/ 圓亭

*yuántíng*tronc de cône^b**Tronc de cône**

a. Les textes sur les lamelles des sections 4-59 à 4-63 laissent voir les deux caractères 圓 et 圓. PENG Hao (2001, 107-113), et HAO Huifang (2008, 204-205) à sa suite considèrent le premier comme étant une variante graphique du second. Ils se voient aussi dans *Nombres* [*Shù* 數] (2011, 26) : lamelles n° 0766 et 0768. HAO Huifang (2008, 536) propose la prononciation *yuán* quand il s'agit de désigner un cercle et *huán* dans les noms de lieux.

b. Ce mot *yuántíng* apparaît dans le *Livre sur les calculs* et aussi dans *Nombres*. Il semble déjà être un terme technique désignant un tronc de cône. Dans la section 11 du chapitre v des *Neuf Chapitres*, le même mot s'écrira 圓亭 avec désormais le caractère *yuán* 圓.

圓亭

yuántíng

tronc de cône

Pour un tronc de cône

上	周	三	丈，
<i>shàng</i>	<i>zhōu</i>	<i>sān</i>	<i>zhàng</i>
dessus	circonférence	{3}	<i>zhàng</i>

dont la circonférence du haut fait 3 *zhàng*,

大	周	四	丈，
<i>dà</i>	<i>sì</i>	<i>zhōu</i>	<i>zhàng</i>
grand	circonférence	{4}	<i>zhàng</i>

la grande circonférence 4 *zhàng* et

高	二	丈，
<i>gāo</i>	<i>èr</i>	<i>zhàng</i>
hauteur	{2}	<i>zhàng</i>

la hauteur 2 *zhàng*,

積	二千五十五	尺	三十六分	尺	二十。
<i>jī</i>	<i>èr qiān wǔ shí wǔ</i>	<i>chǐ</i>	<i>sān shí liù fēn</i>	<i>chǐ</i>	<i>èr shí</i>
volume	{2}{10 ³ }{5}{10}{5}	<i>chǐ</i>	{3}{10}{6}{fēn}	<i>chǐ</i>	{2}{10}

le volume est 2 055 *chǐ* [cubes] et 20/36 de *chǐ* [cube].

術 曰：

shù *yuē*

procédure dire

On procède comme suit :

下 周 乘 上 周，

xià *zhōu* *chéng* *shàng* *zhōu*

dessous circonférence multiplier dessus circonférence

La circonférence basse multiplie la circonférence haute,

周 自 乘，

zhōu *zì* *chéng*

circonférence soi-même multiplier

les circonférences se multiplient elles-mêmes,

皆 并， 以 高/●149//150●/ 乘 之，

jiē *bìng* *yǐ* *gāo* *chéng* *zhī*

tout grouper avec hauteur multiplier 3OBJ

on additionne tout, on multiplie cela par la hauteur,

三十六 成。

sān shí liù *chéng*

{3}{10}{6} devenir

on divise par 36.

今 二千五十五 尺 分 二十。/●150/

jīn *èr qiān wǔ shí wǔ* *chǐ* *fēn* *èr shí*

actuel {2}{10³}{5}{10}{5} *chǐ* *fēn* {2}{10}

On a en fait^a 2 055 *chǐ* [cubes] et 20/[36 de *chǐ*^b].

a. Habituellement *jīn* 今 introduit soit une hypothèse, soit une réalité en décalage avec une prévision (section 2-1-9). Ici il s'agit d'une confirmation du résultat s'il l'on suit PENG Hao (2001, 109, note 4).

b. Cette expression sans dénominateur avant *fēn* ne fait sens que si l'on y voit une forme elliptique comme dans les sections 4-12, 4-13 et 4-16. Ici le dénominateur sous-entendu est le diviseur cité juste avant.

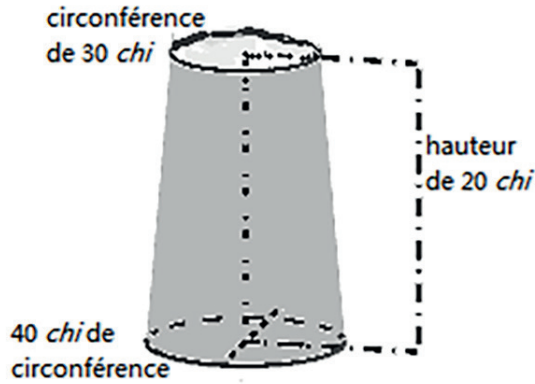


Figure 4-9. Tronc de cône.

La section propose le calcul du volume d'un tronc de cône qui est appelé *yuántíng*; le déroulé du calcul revient au calcul suivant après avoir converti toutes les mesures en *chǐ* (1 *zhàng* vaut 10 *chǐ*) et avec 3 comme valeur approchée de π :

$$V_{\text{tronc de cône}} = (40 \times 30 + 40 \times 40 + 30 \times 30) \times 20 \div 36$$

265

4-60. PUIXS ET TRONCS

/151•/ 井 材
jǐng cái
 puits bois

Puits et troncs^a

a. Cette section s'occupe du volume d'un cylindre de révolution, mais le titre et la première phrase montrent que l'auteur ou les auteurs ne disposent pas d'un mot spécifique. CHEMLA & GUO (2004, 395) mentionnent encore trois appellations différentes pour ce solide dans les *Neuf Chapitres*.

圓 材、井、窞 若 它 物
yuán cái jǐng jiào ruò tā wù
 cercle bois puits fosse^a comme autre objet

Pour un tronc circulaire, un puits, une fosse ou d'autres choses,

a. HAO Huifang (2008, 237).

周 二 丈 四 尺,
zhōu èr zhàng sì chǐ
circonférence {2} *zhàng* {4} *chǐ*
la circonférence faisant 2 *zhàng* 4 *chǐ* et

深 丈 五 尺,
shēn zhàng wǔ chǐ
profondeur *zhàng* {5} *chǐ*
la profondeur 1 *zhàng* 5 *chǐ*,

積 七 百 二 十 尺。
jī qī bǎi èr shí chǐ
volume {7}{10²}{10} *chǐ*
le volume est 720 *chǐ* [cubes].

術 曰：
shù yuē
procédure dire
On procède comme suit :

266
—

藉 周 自 乘,
jiè zhōu zì chéng
à l'aide de^a circonférence soi-même multiplier
On recourt à la circonférence qui se multiplie elle-même,
a. HAO Huifang (2008, 241).

以 深 乘 之,
yǐ shēn chéng zhī
avec profondeur multiplier 3OBJ
on multiplie cela par la profondeur,

十二 成 一。
shí èr chéng yī
{10}{2} devenir {1}
on divise par 12.

一 曰：
yī yuē
{1} dire
Alternativement on a le déroulement suivant :

以/●151//152●/ 周 乘 徑,
yǐ *zhōu* *chéng* *jìng*
 avec circonférence multiplier diamètre

On multiplie le diamètre par la circonférence,

四 成 一。
sì *chéng* *yī*
 {4} devenir {1}

on divise par 4^a.

a. On obtient ainsi l'aire de la base circulaire, il reste à multiplier par la hauteur pour obtenir le volume du cylindre.

● 一 百 半
yī *bǎi* *bàn*
 {1} {10²} {1/2}

En particulier^a, pour [la circonférence] 100 et 1/2,

a. Le numéral {1} ici signifie un cas particulier ou une alternative comme quand il apparaît devant *yuē* 曰 (dire) sur les lamelles n^{os} 25, 151, 189. On ne peut pas envisager qu'il soit associé à {10²} car 100 se dit {10²} et non {1}{10²} dans la langue du corpus.

問 徑 /●152/
wèn *jìng*
 demander diamètre

on demande le diamètre^a

a. Ce diamètre serait $33 + 1/3 + 1/6$ soit $33 + 1/2$ en prenant 3 comme valeur approchée de π .

Cette section propose le calcul du volume d'un cylindre à base circulaire. Après avoir converti toutes les mesures en *chǐ* (1 *zhàng* vaut 10 *chǐ*) et avec 3 comme valeur approchée de π , on a le calcul :

$$V_{\text{cylindre}} = 24 \times 24 \times 15 \div 12 \text{ soit } V_{\text{cylindre}} = 720 \text{ } chǐ^3$$

Une procédure alternative est donnée qui fait intervenir le diamètre, celui-ci fait 1/3 de la circonférence avec 3 comme valeur approchée de π , on termine donc le calcul en divisant par 4 qui est le tiers de 12. Cependant, le texte reste général et ne déroule pas cette seconde procédure sur un exemple numérique.

Le texte sur le bas de la lamelle n° 152 est trop endommagé pour que l'on puisse vraiment le comprendre, on voit seulement qu'il est question du calcul d'un diamètre dans un cas numérique particulier.

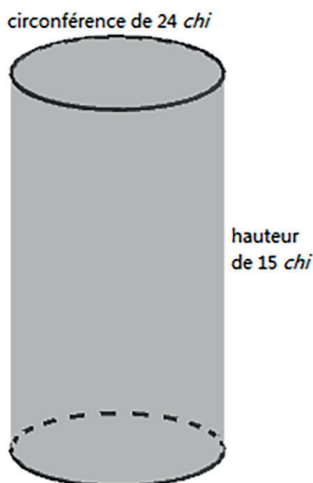


Figure 4-10. Puits et troncs.

4-61. DÉCOUPE D'UN CARRÉ DANS UN DISQUE

/153•/ 以 圓 材 方
yǐ yuán cái fāng
 avec cercle couper^a carré

Découpe d'un carré dans un disque

a. PENG Hao (2001, 111) analyse *cái* 材 ici comme emprunt phonétique pour *cái* 裁 (couper).

以 圓 材 為 方 材。
yǐ yuán cái wéi fāng cái
 avec cercle bois faire carré bois

On fait un bloc carré à partir d'une pièce de bois circulaire.

曰 大 四 圍 二 寸 二 十 五 分 寸 十 四
yuē dà sì wéi èr cùn èr shí wǔ fēn cùn shí sì
 dire grand {4} wéi {2} cùn {2}{10}{5}fēn cùn {10}{4}

On a une circonférence^a de 4 wéi 2 cùn 14/25 de cùn^b.

a. Comme le nombre qui mesure ce que désigne *dà* (grand) est affecté de l'unité *wéi* spécifiquement utilisée pour les circonférences, alors on considère que *dà* se réfère ici à la circonférence, alors qu'il signifiait un diamètre sur la lamelle n° 70 (section 4-28).

b. Comme 1 *wéi* = 1 *chi*, la circonférence en *cùn* est 42 + 14/25.

為 方 材 幾何？

wéi fāng cái jǐhé

faire côté bois combien

On en fait un bloc carré qui mesure combien de côté ?

曰： 方 七 寸 五 分 寸 三。

yuē fāng qī cùn wǔ fēn cùn sān

dire côté {7} cùn {5}fēn cùn {3}

La réponse est : Le côté fait 7 cùn et 3/5 de cùn.

術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

因而 五 之 為 實，

yīn ér wǔ zhī wéi shí

multiplier par {5} 3OBJ faire dividende

On multiplie la circonférence par 5 pour faire le dividende,

令 七 而 一 四。 /•153/

lìng qī ér yī sì

CAUS {7} TOP {1} {4}

que l'on divise par 7^a donnant le quadruple [du côté]^b.

a. La suite des deux calculs donne $30 + 2/5$ en cùn.

b. Le numéral {4} est placé ici après l'instruction de division dans la position qui spécifie usuellement l'unité affectée au résultat de la division, et une division par 4 donne bien le résultat annoncé. DUAN Yaoyong & ZOU Dahai (2003) écrivent qu'il s'agirait d'une instruction de calcul abrégée qui omettrait *ér yī 而一* (instruction de division par ce qui suit) après le nombre 4 ; c' est plausible aussi et revient au même en termes numériques.

Cette section parle de l'obtention d'un carré à partir d'un disque, ce que nous pouvons assimiler à un problème de calcul du côté d'un carré inscrit dans un disque de circonférence connue.

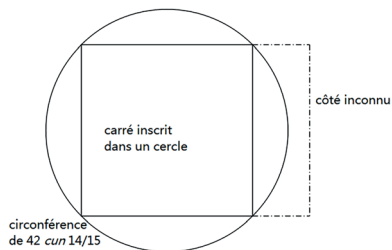


Figure 4-11. Carré inscrit dans un disque.

Pour résoudre un tel problème, nous diviserions la circonférence par π , cela donnerait le diamètre que nous diviserions par $\sqrt{2}$ qui est le rapport entre la diagonale et le côté d'un carré. Le texte demande justement de multiplier par 5 et de diviser par 7, ce qui revient à diviser par $7/5 = 1,4$ que nous, lecteurs modernes, reconnaissons comme une approximation de $\sqrt{2}$ au dixième. Néanmoins, c'est nous qui reconnaissons une configuration géométrique que nous associons au théorème de Pythagore, alors que le texte reste implicite et n'utilise pas le mot *gōugū* 勾股 qui identifie cette situation dans le *Gnomon des Zhou* et les *Neuf chapitres*. Le texte n'explique pas non plus l'origine des calculs demandés et c'est nous qui interprétons $7/5$ comme une approximation de la diagonale d'un carré de côté 1.

On attendrait ensuite une division par 3, l'approximation de π utilisée dans les quatre sections précédentes aboutissant à $10\ cùn + 2/15$ de *cùn*, mais le texte suggère à la place de diviser par 4, comme si le résultat de l'opération précédente était le périmètre du carré, ce qui donne le résultat annoncé $7\ cùn + 3/5$ de *cùn* qui ne répond pas au problème posé.

4-62. DÉCOUPE D'UN DISQUE DANS UN CARRÉ

270

/154./ 以 方 材 圓
yǐ fāng cái yuán
avec carré couper^a cercle

Découpe d'un disque dans un carré

a. Cette occurrence de *cái* 材 est un emprunt phonétique pour *cái* 裁 (couper).

以 方 為 圓。
yǐ fāng wéi yuán
avec carré faire cercle

On fait un disque à partir d'un carré.

曰 材 方 七 寸 五 分 寸 三
yuē cái fāng qī cùn wǔ fēn cùn sān
dire bois côté {7} *cùn* {5}fēn *cùn* {3}

On a une pièce de bois de côté 7 *cùn* 3/5 de *cùn*.

為 圓 材 幾 何？
wéi yuán cái jǐ hé
faire cercle bois combien

On en fait un bloc circulaire qui mesure combien ?

曰： 四 圍 二 寸 二十五分 十四。

yuē sì wéi èr cùn èr shí wǔ fēn shí sì

dire {4} wéi {2} cùn {2}{10}{5}fēn {10}{4}

La réponse est : [La circonférence est] 4 wéi 2 cùn 14/25 de cùn^a.

a. On constate que le texte permute la donnée et le résultat de la section précédente où c'était le carré qui se trouvait inscrit dans le disque. Mais désormais c'est le disque qui est inscrit dans le carré, par conséquent cette permutation numérique n'est pas loisible.

● 術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

方 材 之 一 面 即/•154/

fāng cái zhī yī miàn jí

carré bois DET {1} bord alors^a

Un bord de la pièce de bois carrée constitue

a. L'adverbe *jí* 即 permet de construire une phrase attributive et se traduit ici par le verbe « constituer », nous aurions pu aussi bien choisir « faire » ou « être ».

/155•/ 圓 材 之 徑 也，

yuán cái zhī jìng Yě

cercle bois DET diamètre DECL

Le diamètre de la pièce de bois circulaire^a,

a. Cette affirmation est exacte puisque le disque est inscrit dans le carré.

因而 四 之 以 為 實，

yīn ér sì zhī yǐ wéi shí

multiplier par {4} 3OBJ pour faire dividende

on multiplie cela par 4 pour faire le dividende,

令 五 而 成 一。/•155/

lìng wǔ ér chéng yī

CAUS {5} TOP devenir {1}

qui est divisé par 5^a.

a. Le diamètre $7 + \frac{3}{5}$ multiplié par 4 et divisé par 5 donne $6 + \frac{2}{25}$ et non le résultat annoncé plus haut. Par ailleurs on ne comprend pas cette multiplication par $\frac{4}{5} = 0,8$ alors qu'il faudrait multiplier par 3 qui est l'approximation de π utilisée ailleurs.

Cette section parle de l'obtention d'un disque à partir d'un carré, la situation inverse de celle de la section précédente, et que nous pouvons assimiler à un problème de calcul du diamètre du disque inscrit dans un carré. Le diamètre

est le côté du carré, de là il suffirait de multiplier par une valeur approchée de π pour obtenir la circonférence voulue.

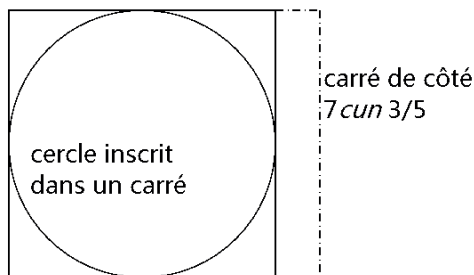


Figure 4-12. Cercle inscrit dans un carré.

Mais la procédure propose une inversion de celle de la section précédente en en permutant la donnée et le résultat. Cela est abusif puisque que les deux sections ne reposent pas sur la même figure : dans la section précédente c'était le carré qui était inscrit dans le disque, alors qu'ici c'est le disque qui se trouve inscrit dans le carré.

Par ailleurs, l'inversion de la procédure est incomplète, car si le texte demande bien de multiplier le côté du carré par 4 (ce qui donne son périmètre), et de diviser par 5, il manque en revanche la multiplication par 7 présente dans la procédure de la section précédente. Duan Yaoyong & Zou Dahai (2003) proposent d'ajouter cette instruction²⁵ dans la collation, mais nous préférons nous contenter de constater l'absence sans altérer le texte ; leur article insiste sur la tentative d'inversion des procédures entre nos sections 4-61 et 4-62, qui est en soi une démarche abstraite intéressante, même si elle n'est pas conduite correctement ici.

272

4-63. BOIS ROND

/156•/ 圓 材
yuán cái
cercle bois

Bois rond

有 圓 材 一 斷 之
yǒu yuán cái yī duàn zhī
avoir cercle bois {1} briser DET ou 3OBJ
On considère une pièce de bois ronde

25. Ils ajoutent les deux caractères *qī zhī* 七之, i.e. {7} 3OBJ.

大 幾何？

dà jǐhé

grand^a combien

Combien cela fait-il ?

a. Dans la section 4-61, nous avons conjecturé que *dà* (grand) signifiait une circonférence. Mais *dà* n'est pas un terme technique défini strictement, il semble donc prudent de ne pas le traduire de façon spécifique ici faute d'un contexte suffisant.

曰： …… 四 寸 半 寸。

yuē …… sì cùn bàn cùn

dire …… {4} *cùn* {1/2} *cùn*

La réponse est : [????] 4 *cùn*^o et 1/2 *cùn*.

a. Tout ce qui est sûr de la réponse numérique est la fraction 1/2 de *cùn* et le chiffre des unités 4 du nombre entier de *cùn*. En revanche, on ne sait pas ce qui précède ce chiffre 4 et nous mettons des points d'interrogation sans reprendre les tentatives de reconstruction que font PENG Hao (2001, 113) et GUO Shuchun (2001). Nous préférons ne pas entrer dans ces supputations que l'état du texte ne permet pas d'étayer.

術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

…… 自 乘 以 …… /•156/

…… *zì chéng yǐ* ……

…… soi-même multiplier pour ……

…… **se multiplie lui-même pour** ……

/157•/ 一 即 成 …… /•157/^a

yī jí chéng ……

{1} alors devenir ……

on effectue la division alors [le calcul] est fini ……

a. La lamelle n° 157 qui ne porte que 3 caractères est insérée dans cette section par WENWU (2000, 2001). Mais on ne perçoit pas de continuité textuelle avec ce qui se lit sur les deux autres lamelles.

/158•/ 入 二 寸 益 之

rù èr cùn yì zhī

entrer {2} *cùn* ajouter 3OBJ

On introduit 2 *cùn* que l'on ajoute à cela

即 大 數 已。/●158/
jí dà shù yǐ
alors grand nombre achever
aboutissant alors au total.

Seules quelques bribes sont lisibles, ce qui ne permet pas de comprendre de quoi il retourne. Le texte semble toutefois intervenir comme prolongement des deux sections précédentes.

4-64. EXTRACTION D'UNE LARGEUR

/159●/ 啟 廣
qǐ guǎng
extraire largeur

Extraction^a d'une largeur

a. HAO Hui Fang (2008, 333-334) donne « ouvrir » comme sens premier de *qǐ* 啟. *Le Livre sur les calculs* fait apparaître ce terme dans les deux expressions *qǐ guǎng* 啟廣 et *qǐ zòng* 啟縱, avec respectivement *guǎng* 廣 « largeur » et *zòng* 縱 « longueur », qui, usant ainsi d'une métaphore d'ouverture, parlent du calcul d'un côté d'un champ rectangulaire lorsque l'autre côté et l'aire sont connus. Nous traduisons *qǐ* 啟 par « extraire » ou « extraction ».

274

田 縱 三十 步
tián zòng sān shí bù
champ longueur {3}{10} *bù*

D'une surface^a de longueur 30 *bù*

a. Le mot *tián* 田 signifie « champ », ici dans ce contexte géométrique, l'usage devient plus technique et on peut le rendre par « surface, aire ou superficie ».

為 啟 廣 幾何 而 為 田 一 畝?
wéi qǐ guǎng jǐhé ér wéi tián yī mǔ
faire extraire largeur combien TOP faire champ {1} *mǔ*
quelle largeur doit-on extraire pour que l'aire fasse 1 *mǔ* ?

曰： 啟 八 步。
yuē qǐ bā bù
dire extraire {8} *bù*

La réponse est : On extrait 8 *bù*.

術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

以 三十 步 為 法，

yǐ sān shí bù wéi fǎ

avec {3}{10} *bù* faire diviseur

On prend les 30 *bù* comme diviseur,

以 二百四十 步 為 實。

yǐ èr bǎi sì shí bù wéi shí

avec {2}{10}{4}{10} *bù* faire dividende

on prend les 240 *bù* [carrés] comme dividende*.

a. Une aire de 1 *mǔ* fait 240 *bù*², la largeur de la surface rectangulaire se calcule en effectuant la division $240 \div 30$, ce qui donne bien les 8 *bù* annoncés.

啟 縱 亦 如 此。 /•159/

qǐ zòng yì rú cǐ

extraire longueur de même comme ceci

L'extraction d'une longueur s'opère de la même façon.

275

Cette section expose le calcul de la largeur d'un rectangle quand la longueur et l'aire sont connues. Le terme *qǐ* 啟 que nous traduisons par « extraire » ou « extraction » sert à qualifier ce type de recherche, le calcul étant une simple division de l'aire connue par celui des côtés qui est connu.

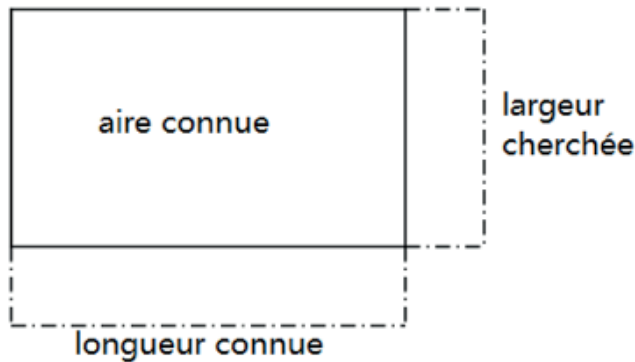


Figure 4-13. Largeur d'un rectangle.

La section s'achève par une phrase qui stipule que la même méthode s'applique lorsque l'on cherche la longueur (c'est-à-dire quand c'est la largeur qui est connue). On pourrait alors estimer inutile la section suivante à ne voir que son titre. Pourtant les nouveaux exemples numériques qu'elle introduit aident à comprendre la mise en œuvre de la « procédure d'extraction » ainsi que sa relation avec le calcul de l'aire d'un rectangle dont on connaît la longueur et la largeur.

4-65. EXTRACTION D'UNE LONGUEUR

/160•/ 啟 縱
qǐ zòng
extraire longueur

Extraction d'une longueur^a

a. Il s'agit d'une section écrite à deux mains d'après CHEMLA & MORGAN (2016).

廣 二十三 步,
guǎng èr shí sān bù
largeur {2}{10}{3} *bù*
Pour une largeur de 23 *bù*,

為 啟 縱 求 田 四 畝。
wéi qǐ zòng qiú tián sì mǔ
faire extraire longueur requérir champ {4} *mǔ*
on effectue l'extraction de la longueur pour que l'aire fasse 4 *mǔ*.

術 曰:
shù yuē
procédure dire

On procède comme suit :

置 四 畝 步 數。
zhì sì mǔ bù shù
poser {4} *mǔ bù* nombre

On pose le nombre de *bù* [carrés] que font 4 *mǔ*^a.

a. Sur la surface de calcul, on pose $4 \times 240 = 960$ qui est le nombre de *bù* que font 4 *mǔ*.

令 如 廣 步 數 而
lìng rú guǎng bù shù ér
si comme largeur *bù* nombre TOP

Si on effectue la division par le nombre de *bù* de la largeur,

得 縱 一 步。
dé zòng yī bù
 obtenir longueur {1} *bù*
on obtient la longueur en *bù*.

不 盈 步 者
bù yíng bù zhě
 NEG excéder *bù* NMLZ
De ce qui est inférieur à 1 *bù*,

以 廣 命 分。
yǐ guǎng mìng fēn
 avec largeur nommer fraction
on fait une fraction dont le dénominateur est la largeur^a.

a. La division de 960 par la largeur 23 donne la partie entière 41 et le reste 17, par conséquent la longueur cherchée fait 41 *bù* et 17/23 de *bù*.

復 之,
fù zhī
 inverser^a 3OBJ

Pour inverser cela,

a. HAO Huifang (2008, 156) propose les significations « retourner » et « répéter ». Dans le *Livre sur les calculs*, ce terme est utilisé spécifiquement pour parler du calcul de l'aire d'un rectangle en multipliant ses côtés entre eux, mais dans une situation où l'aire et l'un des côtés du rectangle étaient connus dès le départ et où de surcroît l'on s'était dans un premier temps préoccupé de calculer le côté initialement inconnu. Nous traduisons par « inverser », l'inversion concerne la procédure d'obtention du côté et retombe sur l'aire.

令 相 乘 也。/•160/
lìng xiāng chéng yě

CAUS l'un l'autre multiplier DECL
on fait qu'elles se multiplient entre elles [la largeur et la longueur]^a.

a. Cette phrase est elliptique, mais son sens s'éclaire grâce à la fin de la section qui énonce en détail comment retrouver l'aire en multipliant la largeur et la longueur.

/161•/ 有 分 步 者,
yǒu fēn bù zhě
 avoir fraction *bù* NMLZ

S'il y a une fraction de *bù*^a,

a. Cela semble se référer à la partie fractionnaire 17/23 de la longueur 41 + 17/23.

以 廣 乘 分子，
yǐ guǎng chéng fēnzǐ
avec largeur multiplier numérateur
on multiplie le numérateur par la largeur,

如 廣 步 數， 得 一 步。 /●161/
rú guǎng bù shù dé yī bù
comme largeur *bù* nombre obtenir {1} *bù*
on divise par la largeur en *bù*, on obtient le résultat en *bù*^a.

a. Le numérateur 17 de la fraction 17/23 est multiplié par 23 donnant 17×23 , ce qui est ensuite divisé par la largeur 23 donnant 17. Le produit 17×23 n'était pas forcément exécuté sur la surface de calcul, il s'agit plutôt d'un intermédiaire virtuel. Toujours est-il que l'on obtient ainsi 23 *bù*, un nombre qui, on l'induit mais le texte ne le précise pas, doit s'ajouter au produit 41×17 de la partie entière de la longueur $41 + 17/23$ multipliée par la largeur 23.

/162●/ 廣 八分 步 之 六
guǎng bā fēn bù zhī liù
largeur {8} *fēn* *bù* *zhī* {6}
Avec une largeur de 6/8 de *bù*

278

求 田 一[*sic*]分 之 四，
qiú tián yī fēn zhī sì
requérir champ {1} *fēn* *zhī* {4}
on veut une aire de 4/1 [recte : 4/7] [de *bù*²],

a. Ici il faudrait avoir *qī* 七 {7} et non *yī* 一 {1}.

其 縱 二十一分 之 十六。
qí zòng èr shí yī fēn zhī shí liù
3POSS longueur {2}{10}{1} *fēn* *zhī* {10}{6}
la longueur est 16/21 [de *bù*].

廣 七分 步 之 三，
guǎng qī fēn bù zhī sān
largeur {7} *fēn* *bù* *zhī* {3}
Avec une largeur de 3/7 de *bù*,

求 田 四分 步 之 二，
qiú tián sì fēn bù zhī èr
requérir champ {4} *fēn* *bù* *zhī* {2}
on veut une aire de 2/4 de *bù* [carré],

其 縱 一 步 六分 步 之/●162//163●/ 一。

qí zòng yī bù liù fēn bù zhī yī
3POSS longueur {1} bù {6}fēn bù zhī {1}

la longueur est 1 bù et 1/6 de bù.

求 縱 術:

qiú zòng shù

requérir longueur procédure

La procédure pour obtenir une longueur stipule :

廣 分子 乘 積 分母

guǎng fēnzǐ chéng jī fēnmǔ

largeur numérateur multiplier aire dénominateur

Le numérateur de la largeur multiplie le dénominateur de l'aire

為 法,

wéi fǎ

faire diviseur

formant le diviseur,

積 分子 乘 廣 分母

jī fēnzǐ chéng guǎng fēnmǔ

aire numérateur multiplier largeur dénominateur

le numérateur de l'aire multiplie le dénominateur de la largeur

為 實,

wéi shí

faire dividende

formant le dividende,

實 如 法 一 步。

shí rú fǎ yī bù

dividende comme diviseur {1} bù

le diviseur divise le dividende donnant le résultat en bù^a.

a. Avec des notations modernes : l'aire a/b et la largeur d/c donnent la longueur $(a \times c) \div (b \times d)$, ce qui correspond bien au quotient aire \div largeur.

即 以 廣、縱 相 乘,

jí yǐ guǎng zòng xiāng chéng

alors avec largeur longueur l'un l'autre multiplier

Alors on multiplie entre elles la largeur et la longueur^a,

a. Ce qui permet d'inverser la procédure et de retomber sur l'aire.

凡凡 令
fánfán lǐng
tous CAUS

dans tous les cas on fait que

分母 相 乘 為 法,
fēnmǔ xiāng chéng wéi fǎ
dénominateur l'un l'autre multiplier faire diviseur

les dénominateurs se multiplient entre eux formant le diviseur,

分子 相 乘 為 實,
fēnzǐ xiāng chéng wéi shí
numérateur l'un l'autre multiplier faire dividende

les numérateurs se multiplient entre eux formant le dividende,

實 如 法 一。/•163/
shí rú fǎ yī
dividende comme diviseur {1}

le dividende se divise par le diviseur^a.

a. Le produit de la largeur a/b et de la longueur c/f donne $(a \times c) \div (b \times f)$ où les numérateurs (respectivement les dénominateurs) de la largeur et de la longueur se multiplient entre eux.

Cette section propose une procédure de calcul de la longueur d'un rectangle lorsque l'on connaît son aire et sa largeur. Trois exemples numériques sont donnés : le premier fait intervenir une fraction composée, les deux autres concernent des fractions propres.

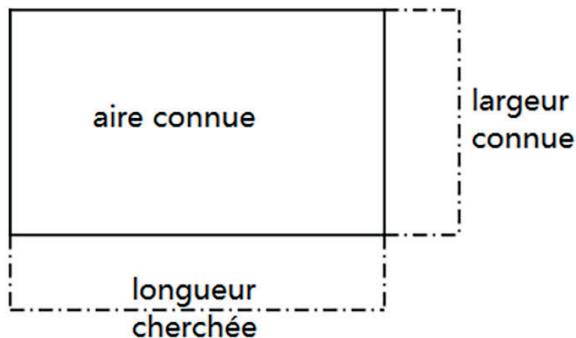


Figure 4-14. Longueur d'un rectangle.

Le texte explicite également comment retrouver l'aire à partir de la largeur et de la longueur. Cela peut sembler trivial, mais permet de souligner, dans le cas où on manipule des fractions propres, que le produit des côtés se fait en multipliant directement entre eux les numérateurs et entre eux les dénominateurs, alors que le calcul du numérateur de la longueur implique de multiplier le numérateur de l'aire par le dénominateur de la largeur, et inversement pour obtenir le dénominateur de la longueur. Cette inversion offre une possibilité de vérification du calcul. Elle met aussi, voire surtout, en évidence le lien entre la procédure d'extraction d'un côté et celle de calcul de l'aire.

4-66. RÉDUCTION D'UNE LARGEUR

/164•/ 少 廣
shǎo guǎng
 réduire^a largeur

Réduction d'une largeur

a. Nous interprétons *shǎo* 少 de façon prédicative par « réduire » suivant une idée de Karine CHEMLA et XIAO Can (le 23 mai 2012, séminaire SAW à Paris), La section traite du formatage d'une largeur qui était initialement une somme de fractions en une fraction unique.

求 少 廣 之 術 曰：
qiú shǎo guǎng zhī shù yuē
 CAUS réduire largeur DET procédure dire

Pour réduire une largeur on procède comme suit :

先 置 廣， 即 曰：
xiān zhì guǎng jí yuē
 d'abord poser largeur alors dire

On commence par poser la largeur puis on a le déroulement suivant :

下 有
xià yǒu
 dessous avoir

Le plus grand dénominateur

若干 步，
ruògān bù
 un certain nombre *bù*

des fractions de *bù* est un certain nombre^a,

a. Par exemple 3 dans la somme $1 + 1/2 + 1/3$.

以 一 為 若干，

yǐ yī wéi ruògān

pour {1} faire un certain nombre

on prend un certain nombre^a pour unifier,

a. Pour que la méthode énoncée fasse sens, il faut comprendre *ruògān* 若干, « un certain nombre » ici, comme étant différent de celui de la proposition précédente : le déroulé présenté plus loin dans la section ne prend pas comme dénominateur commun le plus grand des dénominateurs des fractions en présence (ce qui en général ne conviendrait pas), mais un multiple commun des dénominateurs présents (ce qui est adéquat).

以 半 為 若干，

yǐ bàn wéi ruògān

avec {1/2} faire un certain nombre

1/2 devient [une fraction de dénominateur] ce nombre,

以 三分 為 若干，

yǐ sān fēn wéi ruògān

avec {3}fēn faire un certain nombre

1/3 devient [une fraction de dénominateur] ce nombre^a,

a. Nous calquons les phrases de la seconde partie de la section et comprenons par exemple que $1 + 1/2 + 1/3$ est réduit au dénominateur 6 qui est le plus petit multiple commun de 2 et 3.

282

積 分 以 盡 所 求 分，

jī fēn yǐ jìn suǒ qiú fēn

multiplier fraction pour achever ce que requérir fraction

on multiplie toutes les fractions dont on veut la valeur,

同/•164//165•/ 之 以 為 法，

tóng zhī yǐ wéi fǎ

assembler 3OBJ pour faire diviseur

on les additionne pour former le diviseur^a,

a. On verra plus loin que c'est la somme des numérateurs qui servira de diviseur, alors que le dénominateur commun n'interviendra pas dans la division.

即 藉 置 田 二百四十 步，

jí jiè zhì tián èr bǎi sì shí bù

alors à l'aide de poser champ {2}{10²}{4}{10} bù

alors on recourt à la superficie 240 bù [carrés]^a,

a. On a donc affaire à une aire de 1 *mǔ* soit 240 *bù*². Avant *zhì* 置 « poser [sur la surface de calcul] » est employé *jiè* 藉 « à l'aide de » que nous traduisons par « recourir à ».

亦 以 一 為 若干
yì yǐ yī wéi ruògān
 de même pour {1} faire un certain nombre
que de même on unifie avec ce nombre

以 為 積 步。
yǐ wéi jī bù
 pour faire aire *bù*
pour avoir l'aire en *bù* [carrés].

除 積 步 如 法
chú jī bù rú fǎ
 retrancher aire *bù* comme diviseur
Cette aire en *bù* [carrés] est divisée par le diviseur^a

a. L'aire de 240 bù^2 a été réduite au même dénominateur que la largeur, il suffit donc de diviser le numérateur correspondant à l'aire par le dénominateur de la largeur.

得 縱 一 步。
dé zòng yī bù
 obtenir longueur {1} *bù*
donnant la longueur en *bù*.

283

不 盈 步 者
bù yíng bù zhě
 NEG excéder *bù* NMLZ
De ce qui est inférieur à 1 *bù*

以 法 命 其 分。
yǐ fǎ mìng qí fēn
 avec diviseur nommer 3POSS fraction
on fait une fraction dont le dénominateur est le diviseur.

又 曰： 復/•165//166•/ 之
yòu yuē fù zhī
 et dire inverser 3OBJ
De plus on stipule que si l'on veut inverser cela

即 以 廣 乘 縱，
jí yǐ guǎng chéng zòng
 alors avec largeur multiplier longueur
alors on multiplie la longueur par la largeur^a,

a. Cette inversion n'est pas forcément une procédure de vérification, elle viserait plutôt à mettre en évidence la relation formelle entre l'extraction d'un côté et le calcul de l'aire.

令 復 為 二百四十 步 田 一 畝。
lìng fù wéi èr bǎi sì shí bù tián yī mǔ
CAUS inverser faire {2}{10²}{4}{10} bù champ {1} mǔ
faisant que l'inversion donne 240 bù qui est une superficie de 1 mǔ.

其 縱 有 不 分 者，
qí zòng yǒu bù fēn zhě
3POSS longueur avoir NEG fraction NMLZ

Si la longueur comporte une partie entière^a,

a. La longueur que multiplie la largeur est la somme d'un entier et d'une fraction.

置 如 法 增 不 分。
zhì rú fǎ zēng bù fēn
poser comme diviseur augmenter NEG fraction

on pose et avec le diviseur on augmente cet entier^a.

a. Dans la section 4-4, on voit *zēng* 增 « augmenter » dans un contexte où on multiplie du numérateur d'une fraction. Il s'agit ici de réduire l'entier au même dénominateur que la fraction en le multipliant par le « diviseur », qui est le numérateur de la largeur réduite.

復 乘 之
fù chéng zhī
inverser multiplier 3OBJ

L'inversion [du problème] multiplie ce nombre [par la largeur]

以 為 小 十。/●166/
yǐ wéi xiǎo shí
pour faire petit {10}
pour faire le petit 10^a.

a. On le voit plus bas dans le traitement des cas numériques que le produit redonne l'aire 240 *bù*² (soit 1 *mǔ*), donc cette expression « petit 10 » doit se rapporter à cette aire. Dans l'étude de cas qui suit, c'est 1 *mǔ* qui est systématiquement donné comme résultat du déroulé de l'inversion du calcul, pas 240 *bù*² ni « petit 10 ». PENG Hao (2001, 119, note 4) rapproche « petit 10 » et « petit 5 » sur la lamelle n° 29 et considère que « petit 10 » désigne aussi un numérateur comme cela semble bien être le cas avec « petit 5 ». Pourtant les contextes sont différents, ici « petit 10 » intervient dans un énoncé général et comme résultat d'une opération générique, peut être pour dire que l'aire en *mǔ* est exprimée dans la sous-unité *bù*² (et ceci bien que la conversion ne soit pas décimale).

Les généralités s'arrêtent là. L'expression est parfois elliptique et on ne comprend vraiment qu'après avoir lu la partie suivante qui est intitulée par une reprise du titre de la section. Est introduite une série de cas numériques : la procédure de réduction de la largeur est envisagée quand ce sont les sommes $1 + 1/2$, $1 + 1/2 + 1/3$, $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4$, etc., jusqu'à $1 + 1/2 + \dots + 1/10$.

/167•/ 少 廣
shǎo guǎng
 réduire largeur

Réduction de la largeur

廣 一 步 半 步,
guǎng yī bù bàn bù
 largeur {1} *bù* {1/2} *bù*

Si la largeur fait 1 *bù* et 1/2 *bù*,

以 一 為 二, 半 為 一,
yǐ yī wéi èr bàn wéi yī
 pour {1} faire {2} {1/2} faire {1}

on prend 2 pour unifier, 1/2 donne [le numérateur] 1,

同 之 三 以 為 法,
tóng zhī sān yǐ wéi fǎ
 assembler 3OBJ {3} pour faire diviseur
on les additionne pour faire le diviseur 3^a,

a. Ce résultat 3 pour l'addition signifie qu'en plus de la fraction 1/2 on a aussi la partie entière 1 = 2/2, la somme des deux numérateurs 1 + 2 donnant bien 3.

即 置 二百四十 步,
jí zhì èr bǎi sì shí bù
 alors poser {2}{10²}{4}{10} *bù*
alors on pose 240 *bù* [carrés],

亦 以 一 為 二,
yì yǐ yī wéi èr
 de même pour {1} faire {2}
que l'on unifie de même avec 2^a,

a. En *bù*², l'aire 240 devient 480/2.

除 如 法 得 縱 一 步,
chú rú fǎ dé zòng yī bù
 retrancher comme diviseur obtenir longueur {1} *bù*
on divise par le diviseur donnant la longueur en *bù*,

為 縱 百六十 步，
wéi zòng bǎi liù shí bù
faire longueur $\{10^2\}\{6\}\{10\}$ *bù*

longueur qui est 160 *bù*²,

a. Ce nombre 160 est bien le résultat de la division $480 \div 3$.

因 以 一 步、半 步 乘。/●167/
yīn yǐ yī bù bàn bù chéng
facteur avec $\{1\}$ *bù* $\{1/2\}$ *bù* multiplier

facteur qui se multiplie avec 1 *bù* et 1/2 *bù*².

a. Le calcul s'inverse avec la multiplication de la longueur par la largeur connue au départ.

/168●/ 下 有 三分，
xià yǒu sān fēn
dessous avoir $\{3\}$ *fēn*

Quand le plus grand dénominateur est 3,

以 一 為 六，
yǐ yī wéi liù
pour $\{1\}$ faire $\{6\}$

on prend 6 pour unifier²,

a. On calcule le numérateur de $1 + 1/2 + 1/3$ avec $6 = 2 \times 3$ comme dénominateur commun.

半 為 三，三分 為 二，
bàn wéi sān sān fēn wéi èr
 $\{1/2\}$ faire $\{3\}$ $\{3\}$ *fēn* faire $\{2\}$

1/2 donne [le numérateur] 3, 1/3 donne [le numérateur] 2,

同 之 十一，得 縱
tóng zhī shí yī dé zòng

assembler 3OBJ $\{10\}\{1\}$ obtenir longueur

on les additionne ce qui fait 11², on obtient la longueur

a. On a $6/6$ en plus de $3/6$ et $2/6$, la somme des trois numérateurs $2 + 3 + 6$ donne alors 11.

百三十 步 又 十一分 步 之 十，
bǎi sān shí bù yòu shí yī fēn bù zhī shí
 $\{10^2\}\{3\}\{10\}$ *bù* et $\{10\}\{1\}$ *fēn bù zhī* $\{10\}$

130 *bù* et 10/11 de *bù*²

a. C'est le résultat de la division de 6×240 par 11.

乘 之 田 一 畝。 /•168/

chéng zhī tián yī mǔ

multiplier 3OBJ champ {1} *mǔ*

que l'on multiplie faisant une superficie de 1 *mǔ*^a.

a. Il est à nouveau question de l'inversion du calcul en multipliant la longueur obtenue par la largeur connue au départ, le produit donne 240 *bù*², ce qui fait bien 1 *mǔ*.

/169•/ 下 有 四分,

xià yǒu sì fēn

dessous avoir {4} *fēn*

Quand le plus grand dénominateur est 4,

以 一 為 十二,

yǐ yī wéi shí èr

pour {1} faire {10}{2}

on prend 12 pour unifier^a,

a. Il s'agit maintenant de calculer le numérateur de la somme $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4$ avec 12 comme dénominateur commun.

半 為 六, 三分 為 四,

bàn wéi liù sān fēn wéi sì

{1/2} faire {6} {3} *fēn* faire {4}

1/2 donne [le numérateur] 6, 1/3 donne [le numérateur] 4,

四分 為 三, 同 之 二十五,

sì fēn wéi sān tóng zhī èr shí wǔ

{4} *fēn* faire {3} assembler 3OBJ {2}{10}{5}

1/4 donne [le numérateur] 3, on les additionne ce qui fait 25^a,

a. Cette somme 25 signifie qu'en plus des fractions 3/12, 4/12 et 6/12, on a aussi la partie entière 12/12, la somme des quatre numérateurs donnant bien 25.

得 縱

dé zòng

obtenir longueur

on obtient la longueur

百一十五 步 又 二十五分 步 之 五

bǎi yī shí wǔ bù yòu èr shí wǔ fēn bù zhī wǔ

{10²}{1}{10}{5} *bù* et {2}{10}{5} *fēn* *bù* *zhī* {5}

115 *bù* et 5/25 de *bù*^a

a. C'est le résultat de la division de 12×240 par 25.

乘 之 田 一 畝。/●169/

chéng zhī tián yī mù

multiplier 3OBJ champ {1} *mǔ*

que l'on multiplie faisant une superficie de 1 *mǔ*.

/170●/ 下 有 五 分，

xià yǒu wǔ fēn

dessous avoir {5} *fēn*

Quand le plus grand dénominateur est 5,

以 一 為 六 十，

yǐ yī wéi liù shí

pour {1} faire {6}{10}

on prend 60 pour unifier^a,

a. On doit ici calculer le numérateur de la somme $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5$ avec 60 comme dénominateur commun.

半 為 三 十， 三 分 為 二 十，

bàn wéi sān shí sān fēn wéi èr shí

{1/2} faire {3}{10} {3} *fēn* faire {2}{10}

1/2 donne [le numérateur] 30, 1/3 donne [le numérateur] 20,

四 分 為 十 五， 五 分 為 十 二，

sì fēn wéi shí wǔ wǔ fēn wéi shí èr

{4} *fēn* faire {10}{5} {5} *fēn* faire {10}{2}

1/4 donne [le numérateur] 15, 1/5 donne [le numérateur] 12,

同 之 百 三 十 七。

tóng zhī bǎi sān shí qī

assembler 3OBJ {10}{3}{10}{7}

on les additionne ce qui fait 137^a.

a. Ce nombre signifie qu'on a l'entier 60/60 en plus des fractions 30/60, 20/60, 15/60, 12/60, la somme des cinq numérateurs donnant bien 137.

得 縱

dé zòng

obtenir longueur

On obtient la longueur

百五 步 又 百三十七分 步 之 十五
bǎi wǔ bù yòu bǎi sān shí qī fēn bù zhī shí wǔ
 {10²}{5} bù et {10²}{3}{10}{7}fēn bù zhī {10}{5}

105 bù et 15/137 de bù^a

a. C'est le résultat de la division de 60×240 par 137.

乘 之 田 一 畝。 /•170/
chéng zhī tián yī mǔ
 multiplier 3OBJ champ {1} mǔ
que l'on multiplie faisant une superficie de 1 mǔ.

/171•/ 下 有 六分，
xià yǒu liù fēn
 dessous avoir {6}fēn

Quand le plus grand dénominateur est 6,

以 一 為 六十，
yǐ yī wéi liù shí
 pour {1} faire {6}{10}

on prend 60 pour unifier^a,

a. Il s'agit ici de calculer le numérateur de la somme $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6$ avec encore 60 comme dénominateur commun.

半 為 三十， 三分 為 二十，
bàn wéi sān shí sān fēn wéi èr shí
 {1/2} faire {3}{10} {3}fēn faire {2}{10}

1/2 donne [le numérateur] 30, 1/3 donne [le numérateur] 20,

四分 為 十五， 五分 為 十二，
sì fēn wéi shí wǔ wǔ fēn wéi shí èr
 {4}fēn faire {10}{5} {5}fēn faire {10}{2}

1/4 donne [le numérateur] 15, 1/5 donne [le numérateur] 12,

六分 為 十，
liù fēn wéi shí
 {6}fēn faire {10}

1/6 donne [le numérateur] 10,

同 之 百四十七

tóng zhī bǎi sì shí qī

assembler 3OBJ $\{10^2\}\{4\}\{10\}\{7\}$

on les additionne ce qui fait 147^a.

a. Avec l'entier 60/60 en plus des fractions 30/60, 20/60, 15/60, 12/60 et 10/60, la somme des cinq numérateurs donne bien 147.

得 縱 九十七 步 又

dé zòng jiǔ shí qī bù yòu

obtenir longueur $\{9\}\{10\}\{7\}$ *bù* et

On obtient la longueur 97 *bù* et

百四十七分。/●171//173●/^a 步 五百四十一[*sic*]^b

bǎi sì shí qī fēn bù wǔ bǎi sì shí yī

$\{10^2\}\{4\}\{10\}\{7\}fēn$ *bù* $\{5\}\{10^2\}\{4\}\{10\}\{1\}$

541/147 [recte : 141/147] de *bù*

a. La lamelle n°173 est placée entre les lamelles n°171 et 172.

b. Le caractère *wǔ* 五 {5} est en trop.

c. $97 + 141/147$ est le résultat de la division de 60×240 par 147.

290

乘 之 田 一 畝。/●173/

chéng zhī tián yī mǔ

multiplier 3OBJ champ {1} *mǔ*

que l'on multiplie faisant une superficie de 1 *mǔ*.

/172●/ 下 有 七分,

xià yǒu qī fēn

dessous avoir $\{7\}fēn$

Quand le plus grand dénominateur est 7,

以 一 為 四百二十,

yǐ yī wéi sì bǎi èr shí

pour {1} faire $\{4\}\{10^2\}\{2\}\{10\}$

on prend 420 pour unifier^a,

a. Il s'agit ici de calculer le numérateur de la somme $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7$ avec 420 comme dénominateur commun.

半 為 二百一十, 三分 為 百四十,

bàn wéi èr bǎi yī shí sān fēn wéi bǎi sì shí

$\{1/2\}$ faire $\{2\}\{10^2\}\{1\}\{10\}$ $\{3\}fēn$ faire $\{10^2\}\{4\}\{10\}$

1/2 donne [le numérateur] 210, 1/3 donne [le numérateur] 140,

四分 為 百五， 五分 為 八十四，
sì fēn wéi bǎi wǔ wǔ fēn wéi bā shí sì
 {4}fēn faire {10²}5} {5}fēn faire {8}{10}{4}
1/4 donne [le numérateur] 105, 1/5 donne [le numérateur] 84,

六分 為 七十， 七分 為 六十，
liù fēn wéi qī shí qī fēn wéi liù shí
 {6}fēn faire {7}{10} {7}fēn faire {6}{10}
1/6 donne [le numérateur] 70, 1/7 donne [le numérateur] 60,

同 之 千八十九。
tóng zhī qiān bā shí jiǔ
 assembler 3OBJ {10³}8}{10}{9}
on les additionne ce qui fait 1 089^a.

a. C' est la somme des numérateurs des six fractions et de 420/420.

得 縱 九十二/•172//182•/^a 步 又
dé zòng jiǔ shí èr bù yòu
 obtenir longueur {9}{10}{2} bù et
On obtient la longueur 92 bù et

a. La lamelle n° 182 est insérée entre les lamelles n°s 172 et 174.

千八十九分 步 之 六百一十二，
qiān bā shí jiǔ fēn bù zhī liù bǎi yī shí èr
 {10³}8}{10}{9}fēn bù zhī {6}{10³}1}{10}{2}
612/1 089 de bù^a.

a. Ce nombre 92 + 612/1 089 est le résultat de la division de 240 × 420 par 1 089.

乘 之 田 一 畝。 /•182/
chéng zhī tián yī mù
 multiplier 3OBJ champ {1} mù
que l'on multiplie faisant une superficie de 1 mù.

/174•/ 下 有 八分，
xià yǒu bā fēn
 dessous avoir {8}fēn

Quand le plus grand dénominateur est 8,

以 一 為 八百四十，

yí yī wéi bā bǎi sì shí

pour {1} faire

on prend 840 pour unifier^a,

a. On calcule le numérateur de $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8$ avec 840 comme dénominateur commun.

半 為 四百二十， 三分 為 二百八十，

bàn wéi sì bǎi èr shí sān fēn wéi èr bǎi bā shí

{1/2} faire {4}{10²}{2}{10} {3}fēn faire {2}{10²}{8}{10}

1/2 donne [le numérateur] 420, 1/3 donne [le numérateur] 280,

四分 為 二百一十， 五分 為 百六十八，

sì fēn wéi èr bǎi yī shí wǔ fēn wéi bǎi liù shí bā

{4}fēn faire {2}{10²}{1}{10} {5}fēn faire {10²}{6}{10}{8}

1/4 donne [le numérateur] 210, 1/5 donne [le numérateur] 168,

六分 為 百四十， 七分 為 百二十，

liù fēn wéi bǎi sì shí qī fēn wéi bǎi èr shí

{6}fēn faire {10²}{4}{10} {7}fēn faire {10²}{2}{10}

1/6 donne [le numérateur] 140, 1/7 donne [le numérateur] 120,

八分 為 百五，

bā fēn wéi bǎi wǔ

{8}fēn faire {10²}{5}

1/8 donne [le numérateur] 105,

同 之

tóng zhī

assembler 3OBJ

on les additionne

于/•174//175•/ 二百... 十三^a 以 為 法。

yú èr bǎi ... shí sān yǐ wéi fǎ

vers {2}{10²}...{10}{3} pour faire diviseur

jusqu'à former le diviseur [2 283].

a. Le nombre en haut de la lamelle n° 175 n'est que partiellement lisible mais la cohérence des calculs permet de reconstruire la somme 2 283 qui apparaît d'ailleurs plus bas dans l'expression de la longueur.

得 縱 八十八 步 又
dé zòng bā shí bā bù yòu
 obtenir longueur $\{8\}\{10\}\{8\}$ *bù* et

On obtient la longueur 88 *bù* et

二千二百八十三分 步 之 六百九十六
èr qiān èr bǎi bā shí sān fēn bù zhī liù bǎi jiǔ shí liù
 $\{2\}\{10^3\}\{2\}\{10^2\}\{8\}\{10\}\{3\}\{fēn\}$ *bù* *zhī* $\{6\}\{10^2\}\{9\}\{10\}\{6\}$
696/2 283 de *bù*

a. Ce nombre $88 + 696/2\ 283$ est le résultat de la division de 240×840 par 2 283.

乘 之 田 一 畝。 /•175/
chéng zhī tián yī mǔ
 multiplier 3OBJ champ $\{1\}$ *mǔ*
que l'on multiplie faisant une superficie de 1 *mǔ*.

/176•/ 下 有 九分，
xià yǒu jiǔ fēn
 dessous avoir $\{9\}\{fēn\}$

Quand le plus grand dénominateur est 9,

以 一 為 二千五百二十，
yǐ yī wéi èr qiān wǔ bǎi èr shí
 pour $\{1\}$ faire $\{2\}\{10^3\}\{5\}\{10^2\}\{2\}\{10\}$
on prend 2 520 pour unifier^a,

a. On réduit $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8 + 1/9$ avec 2 520 en dénominateur commun.

半 為 千二百六十， 三分 為 八百四十，
bàn wéi qiān èr bǎi liù shí sān fēn wéi bā bǎi sì shí
 $\{1/2\}$ faire $\{10^3\}\{2\}\{10^2\}\{6\}\{10\}$ $\{3\}\{fēn\}$ faire $\{8\}\{10^2\}\{4\}\{10\}$
1/2 donne [le numérateur] 1 260, 1/3 donne [le numérateur] 840,

四分 為 六百三十， 五分 為 五百四，
sì fēn wéi liù bǎi sān shí wǔ fēn wéi wǔ bǎi sì
 $\{4\}\{fēn\}$ faire $\{6\}\{10^2\}\{3\}\{10\}$ $\{5\}\{fēn\}$ faire $\{5\}\{10^2\}\{4\}$
1/4 donne [le numérateur] 630, 1/5 donne [le numérateur] 504,

六分 為 四百二十， 七分 為 三百六十，
liù fēn wéi sì bǎi èr shí qī fēn wéi sān bǎi liù shí
 $\{6\}\{fēn\}$ faire $\{4\}\{10^2\}\{2\}\{10\}$ $\{7\}\{fēn\}$ faire $\{3\}\{10^2\}\{6\}\{10\}$
1/6 donne [le numérateur] 420, 1/7 donne [le numérateur] 360,

八分 為 三百一十五, /●176/

bā fēn wéi sān bǎi yī shí wǔ

{8}fēn faire {3}{10³}{1}{10}{5}

1/8 donne [le numérateur] 315,

/177●/ 九分 為 二百八十,

jiǔ fēn wéi èr bǎi bā shí

{9}fēn faire {2}{10³}{8}{10}

1/9 donne [le numérateur] 280,

同 之 七千一百二十九 以 為 法。

tóng zhī qī qiān yī bǎi èr shí jiǔ yǐ wéi fǎ

assembler 3OBJ {7}{10³}{1}{10²}{2}{10}{9} pour faire diviseur

on les additionne ce qui fait le diviseur 7 129^a.

a. C'est bien la somme des numérateurs des six fractions et de 2 520 qui correspond à l'entier
1 = 2 520/2 520.

得 縱 八十四 步 又

dé zòng bā shí sì bù yòu

obtenir longueur {8}{10}{4} bù et

On obtient la longueur 84 bù et

七千一百二十九分 步 之 /●177/

qī qiān yī bǎi èr shí jiǔ fēn bù zhī

{7}{10³}{1}{10²}{2}{10}{9}fēn bù zhī

5 764/7 129 [recte : 5 964/7 129]

/178●/ 五千七[*sic*]^a百六十四,

wǔ qiān qī bǎi liù shí sì

{5}{10³}{7}{10²}{6}{10}{4}

de bù^b

a. La cohérence numérique implique que *qī* 七 {7} a été écrit à la place de *jiǔ* 九 {9}.

b. Le résultat de la division de 240 × 2 520 par 7 129 est 84 + 5 964/7 129.

乘 之 成 田 一 畝。 /●178/

chéng zhī tián yī mǔ chéng

multiplier 3OBJ champ {1} mǔ multiplier

que l'on multiplie faisant une superficie de 1 mǔ.

/179●/ 下 有 十分，
xià yǒu shí fēn
 dessous avoir {10}fēn

Quand le plus grand dénominateur est 10,

以 一 為 二千五百二十，
yǐ yī wéi èr qiān wǔ bǎi èr shí
 pour {1} faire {2}{10³}{5}{10²}{10}

on prend 2 520 pour unifier^a,

a. On réduit $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8 + 1/9 + 1/10$ avec 2 520 comme dénominateur commun.

半 為 千二百六十， 三分 為 八百四十，
bàn wéi qiān èr bǎi liù shí sān fēn wéi bā bǎi sì shí
 {1/2} faire {10³}{2}{10³}{6}{10} {3}fēn faire {8}{10²}{4}{10}

1/2 donne [le numérateur] 1 260, 1/3 donne [le numérateur] 840,

四分 為 六百三十， 五分 為 五百四，
sì fēn wéi liù bǎi sān shí wǔ fēn wéi wǔ bǎi sì
 {4}fēn faire {6}{10³}{3}{10} {5}fēn faire {5}{10³}{4}

1/4 donne [le numérateur] 630, 1/5 donne [le numérateur] 504,

六分 為 四百二十， 七分 為 三百六十，
liù fēn wéi sì bǎi èr shí qī fēn wéi sān bǎi liù shí
 {6}fēn faire {4}{10³}{2}{10} {7}fēn faire {3}{10³}{6}{10}

1/6 donne [le numérateur] 420, 1/7 donne [le numérateur] 360,

八分/●179//180●/ 為 三百一十五，
bā fēn wéi sān bǎi yī shí wǔ
 {8}fēn faire {3}{10³}{1}{10}{5}

1/8 donne [le numérateur] 315,

九分 為 二百八十， 十分 為 二百五十二，
jiǔ fēn wéi èr bǎi bā shí shí fēn wéi èr bǎi wǔ shí èr
 {9}fēn faire {2}{10³}{8}{10} {10}fēn faire {2}{10³}{5}{10}{2}

1/9 donne [le numérateur] 280, 1/10 donne [le numérateur] 252,

同 之 七千三百八十一 以 為 法，
tóng zhī qī qiān sān bǎi bā shí yī yǐ wéi fǎ
 assembler 3OBJ {7}{10³}{3}{10³}{8}{10}{1} pour faire diviseur

on les additionne ce qui fait le diviseur 7 381^a.

a. C'est bien la somme de 2 520 et des numérateurs des neuf fractions.

得 縱 八十一 步 又
dé zòng bā shí yī bù yòu
 obtenir longueur {8}{10}{1} *bù* et
On obtient la longueur 81 *bù* et

七千三百八十一分 步/•180/
qī qiān sān bǎi bā shí yī fēn bù
 {7}{10³}{3}{10²}{8}{10}{1} *fēn bù*
6 839/7 381 [recte : 6 939/7 381]

/181•/ 之 六千八[sic]^a百三十九
zhī liù qiān bā bǎi sān shí jiǔ
zhī {6}{10³}{8}{10²}{3}{10}{9}

de *bù*^b

- a. La cohérence des calculs montre que *bā* 八 {8} a été écrit à la place de *jiǔ* 九 {9}.
- b. Le résultat de la division de $240 \times 2\,520$ par 7 381 est $81 + 6\,939/7\,381$.

乘 之 成 田 一 畝。/•181/
chéng zhī tián yī mǔ chéng
 multiplier 3OBJ champ {1} *mǔ* multiplier
que l'on multiplie faisant une superficie de 1 *mǔ*.

Cette section propose le calcul de la longueur d'un rectangle d'aire 1 *mǔ* (soit 240 *bù*²) et dont la largeur est une somme connue de fractions. L'essentiel du texte traite du conditionnement de cette somme, conditionnement qu'il faut opérer avant de pouvoir effectuer la division *aire ÷ largeur* qui donne la longueur.

Il s'agit d'une section écrite à deux mains d'après Chemla et Morgan (2016). Une personne a écrit les données et les instructions de calculs en laissant des blancs pour qu'une autre personne y inscrive les résultats numériques.

La section débute par une procédure générale où le plus grand dénominateur de la somme et le dénominateur commun restent indéterminés et sont désignés séparément par le terme *ruòqān* 若干 « un certain nombre ». L'énoncé général de la procédure qui chapeaute la section ne se comprend que grâce aux situations numériques qui suivent. Elles forment une énumération de cas précédée de la répétition du titre de la section. Sont successivement formatés des largeurs qui sont respectivement les sommes :

- 1 + 1/2
- 1 + 1/2 + 1/3
- 1 + 1/2 + 1/3 + 1/4
- 1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5
- 1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6

$$\begin{aligned}
 &1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 \\
 &1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8 \\
 &1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8 + 1/9 \\
 &1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8 + 1/9 + 1/10
 \end{aligned}$$

Chaque fois, un dénominateur commun est proposé (ce n'est pas toujours le plus petit possible), les numérateurs des fractions réduites sont listés, puis c'est leur somme qui est énoncée, elle divise l'aire de 240 bù^2 (qui a préalablement elle aussi été multipliée par le dénominateur commun), donnant la longueur.

Chaque calcul s'achève par l'affirmation que le produit de cette longueur avec la largeur (sous sa forme réduite) redonne l'aire 240 bù^2 soit 1 mü , ce qui indique un moyen de vérification et sonne aussi comme un signal de clôture de la procédure.

4-67. L'ÉTENDUE D'UN RECTANGLE

/183•/ 大 廣
dà guǎng
 grand largeur

L'étendue d'un rectangle^a

a. Cette section donne la procédure générale pour calculer l'aire d'un rectangle de largeur et longueur connues. L'aire se dit habituellement *tián* 田 mais ici on a *dà guǎng* 大廣 que l'on choisit de traduire par « étendue ».

廣 七 步 四十九分 步 之
guǎng qī bù sì shí jiǔ fēn bù zhī
 largeur {7} bù {4}{10}{9}fēn bù zhī

Une largeur de 7 bù et 49 de bù^a

a. La lamelle est endommagée et cette partie du texte est illisible. On attend ici le numérateur de la partie fractionnaire de la largeur puis la valeur de la longueur. GUO Shuchun (2001), GUO Shirong (2001) et ŌKAWA *et al.* (2006, 9) font des propositions numériquement toutes valides mais toutes différentes. Nous préférons nous abstenir de ces jeux arithmétiques parce qu'ils n'aboutissent pas ici à une solution unique.

為 ... 六十四 步 又
wéi ... liù shí sì bù yòu
 faire ... {6}{10}{4} bù et
 donne [une aire de] 64 bù et

三百四十三分 步 之 二百七十三。
sān bǎi sì shí sān fēn bù zhī èr bǎi qī shí sān
 $\{3\}\{10^3\}\{4\}\{10\}\{3\}$ *fēn* *bù* *zhī* $\{2\}\{10^3\}\{7\}\{10\}$
273/343 de bù.

大 廣 術 曰：
dà guǎng shù yuē
 grand largeur procédure dire
L'aire des rectangles se calcule comme suit :

置 廣 縱 而
zhì guǎng zòng ér
 poser largeur longueur CONJ
On pose la largeur et la longueur dont

各 以 其 分母/•183/
gè yǐ qí fēnmǔ
 chacun avec 3POSS dénominateur
les dénominateurs respectifs

298
—

/184•/ 乘 其 上 全 步，
chéng qí shàng quán bù
 multiplier 3POSS dessus total *bù*
multiplient leur partie entière,

令 分子 從 之，
lìng fēnzǐ cóng zhī
 CAUS numérateur ajouter 3OBJ
on leur additionne les numérateurs,

令 相 乘 也 為 實，
lìng xiāng chéng yě wéi shí
 CAUS l'un l'autre multiplier TOP faire dividende
on les multiplie entre eux pour donner le dividende,

又 各 令 分母 相 乘
yòu gè lìng fēnmǔ xiāng chéng
 et chacun CAUS dénominateur l'un l'autre multiplier
et on multiplie les dénominateurs respectivement entre eux

為 法。
wéi fǎ
 faire diviseur
formant le diviseur.

如 法 得 一 步。
rú fǎ dé yī bù
 comme diviseur obtenir {1} *bù*
On effectue la division et obtient le résultat en *bù* [carrés].

不 盈 步
bù yíng bù
 NEG excéder *bù*
Avec ce qui est inférieur à 1 *bù*

以 法 命 之。 /•184/
yǐ fǎ mìng zhī
 avec diviseur nommer 3OBJ
on forme une fraction dont le dénominateur est le diviseur.

La section commence par un exemple numérique qui n'est que partiellement lisible sur la lamelle n°183 et qui continue par la procédure générale pour calculer l'aire d'un rectangle quand la largeur et la longueur sont respectivement les fractions composées $a + b/c$ et $d + e/f$; la largeur et la longueur jouent ici des rôles symétriques.

299

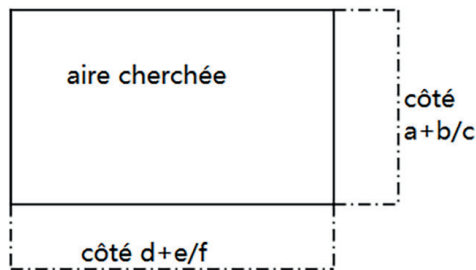


Figure 4-15. Aire d'un rectangle.

D'abord on forme les quotients $(a \times c + b)/c$ et $(d \times f + e)/f$, puis on multiplie entre eux les numérateurs et les dénominateurs pour obtenir l'aire, dont on sépare finalement la partie entière et la partie fractionnaire.

4-68. CÔTÉ D'UNE SURFACE CARRÉE

/185•/ 方 田
fāng tián
côté^a champ

Côté d'une surface carrée

a. HAO Huifang (2008, 141) indique que *fāng* 方 peut désigner la valeur du côté d'un carré, c'est bien le cas ici. On peut par ailleurs consulter CHEMLA & GUO (2004, 921 922) sur l'évolution ultérieure de ce terme.

田 一 畝 方 幾何 步？
tián yī mǔ fāng jǐhé bù
champ {1} mǔ carré combien bù

Combien de *bù* fait le côté d'une surface de 1 *mǔ* ?

曰：

yuē

dire

La réponse est :

方 十五 步 三十一分 步 十五。
fāng shíwǔ bù sānshíyīfēn bù shíwǔ
côté {10}{5} bù {3}{10}{1}fēn bù {10}{5}

Le côté fait 15 *bù* et 15/31 de *bù*.

術 曰：

shù yuē

procédure dire

On procède comme suit :

方 十五 步 不 足 十五 步，
fāng shíwǔ bù bù zú shíwǔ bù
côté {10}{5} bù NEG suffisant {10}{5} bù

Un côté de 15 *bù* impliquerait un déficit de 15 *bù* [carrés]^a,

a. En effet, comme $15\text{ bù} \times 15\text{ bù} = 225\text{ bù}^2$, alors il manque 15 bù^2 pour arriver aux 240 bù^2 de l'aire considérée ($1\text{ mǔ} = 240\text{ bù}^2$).

方 十六 步 有 餘 十六 步。
fāng shíliù bù yǒu yú shíliù bù
côté {10}{6} bù avoir excès {10}{6} bù

un côté de 16 *bù* impliquerait un excédent de 16 *bù* [carrés]^a.

a. Comme $16\text{ bù} \times 16\text{ bù} = 256\text{ bù}^2$, donc il y a 16 bù^2 de trop par rapport aux 240 bù^2 considérés.

曰：

yuē

dire

Le déroulement :

并 盈、 不 足 以 為 法，

bīng yíng bù zú yǐ wéi fǎ

groupe excédent NEG suffisant pour faire diviseur

On ajoute l'excédent et le déficit pour former le diviseur^a,

a. On forme ainsi $15 + 16 = 31$ qui servira de diviseur.

不 足/•185//186•/ 子 乘 盈 母，

bù zú zǐ chéng yíng mǔ

NEG suffisant numérateur multiplier excédent dénominateur

le numérateur du déficit multiplie le dénominateur de l'excédent,

盈 子 乘 不 足 母，

yíng zǐ chéng bù zú mǔ

excédent numérateur multiplier NEG suffisant dénominateur

le numérateur de l'excédent multiplie le dénominateur du déficit^a,

a. Ici, comme dans la section 4-52, les données entières sont désignées avec les termes « numérateur » et « dénominateur » vraisemblablement parce qu'elles sont positionnées comme des quotients sur la surface de calcul. Dans la section 4-52, il y avait quatre entiers à disposer sous forme d'une matrice carrée, ici il n'y a que les deux entiers 15 et 16 qui sont chacun tour à tour nommés « numérateur » et « dénominateur ». « Le numérateur du déficit multiplie le dénominateur de l'excédent » commande d'effectuer le produit $15 \times 16 = 240$, et « le numérateur de l'excédent multiplie le dénominateur du déficit » commande de calculer $16 \times 15 = 240$.

并 以 為 實。

bīng yǐ wéi shí

groupe pour faire dividende

on additionne pour faire le dividende^a.

a. Le dividende est donc $240 + 240 = 480$ qu'il faut diviser par 31 pour trouver le résultat déjà annoncé.

復 之， 如

fù zhī rú

inverser 3OBJ comme

Pour inverser cela, on recourt à

啟 廣 之 術。 /•186/

qǐ guǎng zhī shù

extraire largeur DET procédure

la procédure d'extraction d'une largeur [recte : longueur]^a.

a. On « inverse » le calcul et on « retrouve » l'aire en multipliant entre eux les côtés ; ce calcul d'aire était présenté dans les sections 4-65 et 4-66, mais justement pas dans la section 4-64 contrairement à ce que semble vouloir dire le texte ici.

Cette section montre l'utilisation de la procédure de l'excédent et du déficit pour déterminer une approximation du côté d'un carré dont l'aire est 1 *mǔ*, soit 240 *bù*². En termes modernes on parlerait du calcul de la valeur approchée $15 + 15/31$ de $\sqrt{240}$, mais le texte n'explique pas la notion de racine carrée.

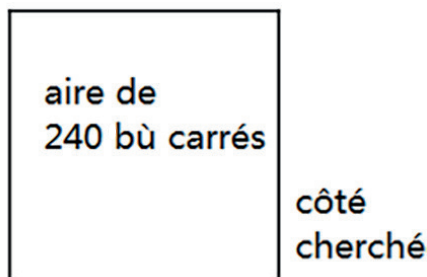


Figure 4-16. Côté d'un carré.

La section s'achève par une mention de la procédure inverse qui est censée redonner l'aire du carré. Cette inversion met en évidence le lien formel entre la procédure d'extraction d'un côté et celle du calcul de l'aire, ici elle n'aboutirait pas numériquement à l'aire initiale puisque l'on ne dispose que d'une approximation du côté du carré.

4-69. SUPERFICIES EN *lǐ* [CARRÉES]

/187•/ 里 田

lǐ tián

lǐ champ

Superficies en *lǐ* [carrées]^a

a. Le sens premier de *tián* est « champ », dans les contextes mathématiques il peut prendre le sens technique d'« aire ou superficie ». *lǐ* est d'abord une unité de longueur, mais désigne ici une unité d'aire, l'aire d'un carré de 1 *lǐ* de côté. Ce nom d'unité est ici utilisé en position prédicative, on comprend « mettre [l'aire] en *lǐ*² ».

里 田 術 曰：

lǐ tián shù yuē

lǐ champ procédure dire

La procédure des superficies en lǐ [carrées] s'énonce comme suit :

里 乘 里， 里 也。

lǐ chéng lǐ lǐ yě

lǐ multiplier lǐ lǐ DECL

1 lǐ que multiplie 1 lǐ, cela fait 1 lǐ [carrée].

廣、 縱 各 一 里，

guǎng zòng gè yī lǐ

largeur longueur chacun {1} lǐ

Si la largeur et la longueur font respectivement 1 lǐ,

即 置 一 因而 三 之，

jí zhì yī yīn ér sān zhī

alors poser {1} multiplier par {3} 3OBJ

alors on pose 1 que l'on multiplie par 3,

又 三 五 之，

yòu sān wǔ zhī

et {3} {5} 3OBJ

puis que l'on multiplie trois fois par 5,

即 為 田 三 頃 七十五 畝。

jí wéi tián sān qǐng qī shí wǔ mǔ

alors faire champ {3} qǐng {7}{10}{5} mǔ

faisant alors une aire de 3 qǐng et 75 mǔ^a.

a. Cette phrase énonce une procédure de conversion d'une aire de 1 lǐ² en 375 mǔ, soit 3 qǐng et 75 mǔ. La procédure est énoncée sous la forme d'une succession de quatre multiplications : l'aire de 1 lǐ² étant posée sur la surface de calcul, on multiplie d'abord par 3, puis trois fois par 5. Le produit 1 lǐ² × 3 × 5 × 5 × 5 qui fait 375 mǔ est réinterprété en la somme 3 qǐng et 75 mǔ sachant que 300 mǔ = 3 qǐng.

其 廣、 縱 不 等 者，

qí guǎng zòng bù děng zhě

3POSS largeur longueur NEG égalier NMLZ

Si la largeur et la longueur ne sont pas égales,

先 以 里 相 乘,
xiān yǐ lǐ xiāng chéng
d'abord avec *lǐ* l'un l'autre multiplier
on commence par les multiplier entre elles en *lǐ*,

已, /●187//188●/ 乃 因而 三 之,
yǐ nǎi yīn ér sān zhī
achever alors multiplier par {3} 3OBJ
quand c'est fait, on multiplie alors le résultat par 3,

又 三 五 之, 乃 成。
yòu sān wǔ zhī nǎi chéng
et {3} {5} 3OBJ alors accomplir
puis on le multiplie trois fois par 5, on a alors terminé.

今 有 廣 二百二十 里,
jīn yǒu guǎng èr bǎi èr shí lǐ
actuel avoir largeur {2}{10²}{2}{10} *lǐ*
Considérons une largeur de 220 *lǐ* et

304

縱 三百五十 里,
zòng sān bǎi wǔ shí lǐ
longueur {3}{10²}{5}{10} *lǐ*
une longueur de 350 *lǐ*,

為 田 二十八萬八千七百五十 頃。
wéi tián èr shí bā wàn bā qiān qī bǎi wǔ shí qǐng
faire champ {2}{10}{8}{10⁴}{8}{10³}{7}{10²}{5}{10} *qǐng*
cela fait une aire de 288 750 *qǐng*^a.

a. On effectue d'abord le produit $220 \times 350 = 77\,000$ qui est l'aire en *lǐ*², puis on multiplie cette aire par $3 \times 5 \times 5 \times 5 = 375$, ce qui donne $28\,875\,000$ *mǔ* que l'on divise par 100 pour obtenir le résultat annoncé $288\,750$ *qǐng*.

置 提封 以 此 為 之。 /●188/
zhì tí fēng yǐ cǐ wéi zhī
poser superficie^a avec ceci faire 3OBJ

Le calcul d'une superficie se réalise à l'aide de ceci [cette procédure].

a. D'après PENG Hao (2001, 126-127, note 5) et HAO Huifang (2008, 424).

/189●/ 一 曰：

yī yuē

{1} dire

Alternativement on énonce :

里 而 乘 里， 里 也，

lǐ ér chéng lǐ lǐ yě

lǐ TOP multiplier *lǐ lǐ* DECL

1 lǐ qui multiplie 1 lǐ, cela fait 1 lǐ [carrée],

一^a 三 而 三 五 之，

yī sān ér sān wǔ zhī

{1} {3} CONJ {3} {5} 3OBJ

on multiplie une fois par 3 et trois fois par 5,

a. Le texte original comporte en fait 壹 pour le numéral *yī* {1}. Cette graphie particulière est utilisée à la place du caractère 一 généralement pour éviter des confusions, ce qui peut se justifier ici avec *sān* 三 {3} en dessous sur la lamelle.

即 頃 畝 數 也。

jí qǐng mǔ shù yě

alors *qǐng mǔ* nombre DECL

obtenant alors les nombres de *qǐng* et de *mǔ*^a.

a. En fait le calcul donne le nombre de *mǔ* duquel on peut isoler le nombre de *qǐng*, rappelons que 1 *qǐng* = 100 *mǔ*.

又 曰：

yòu yuē

et dire

Ou on énonce :

里 乘 里， 里 也，

lǐ chéng lǐ lǐ yě

lǐ multiplier *lǐ lǐ* DECL

1 lǐ que multiplie 1 lǐ, cela fait 1 lǐ [carrée],

以 里 之 下 即 予 二 十 五 ，
yǐ lǐ zhī xià jí yǔ èr shí wǔ
avec lǐ 3OBJ dessous alors donner {2}{10}{5}

en position inférieure à 1 lǐ [carrée]^a on place alors 25,

a. Le terme *xià* (dessous) désigne un découpage plus fin. Par exemple, dans la section 4-8, il introduit la valeur du plus grand dénominateur en présence. Dans la section 4-30, il est utilisé pour classer des unités de mesure, *xià* étant celle de plus basse dénomination. C'est ce qui nous conduit à conjecturer que *xià* signifie ici les positions décimales inférieures à celle de 1 *lǐ*² déjà placé sur la surface de calcul.

因 而 三 之 亦
yīn ér sān zhī yì
multiplier par {3} 3OBJ de même

on multiplie cela par 3 [ce qui donne]^a de même

a. Nous comprenons que sur la surface de calcul est déjà représenté le nombre 1 correspondant à 1 *lǐ*². Le terme *xià* dénotant les rangs décimaux inférieurs, on représente 25 à droite de 1 formant ainsi le nombre 125 sur la surface de calcul. Est de la sorte accomplie la première partie de la procédure de conversion énoncée précédemment où il s'agissait de former 125 en multipliant 1 par le facteur 5 et cela trois fois de suite. Reste finalement à multiplier 125 par 3. Cela dit, on ne voit pas comment cette astuce de calcul pourrait se généraliser si l'aire de départ n'était pas 1 *lǐ*².

306

其 頃 /•189//190•/ 畝 數 也 。
qí qǐng mǔ shù yě
3POSS qǐng mǔ nombre DECL

les nombres de qǐng et de mǔ.

曰：

yuē
dire

On énonce :

廣 一 里、 縱 一 里 為
guǎng yī lǐ zòng yī lǐ wéi
largeur {1} lǐ longueur {1} lǐ faire

Une largeur de 1 lǐ et une longueur de 1 lǐ font

田 三 頃 七 十 五 畝 。 /•190/
tián sān qǐng qī shí wǔ mǔ
champ {3} qǐng {7}{10}{5} mǔ

une superficie de 3 qǐng et 75 mǔ.

Cette section explicite, sous plusieurs formes presque identiques, une procédure pour convertir une superficie en li^2 en une superficie exprimée en $mǔ$, ou plutôt en une somme de $qǐng$ et de $mǔ$.

Un manuel de mathématiques actuel donnerait les égalités $1 li^2 = 375 mǔ$ et $375 mǔ = 3 qǐng + 75 mǔ$ laissant les utilisateurs se débrouiller des opérations à faire. Mais ce corpus ancien se préoccupe au contraire justement des multiplications à effectuer sur la surface de calcul. Les auteurs de la procédure choisissent d'ailleurs d'effectuer quatre multiplications successives par des chiffres (une multiplication par 3 et trois par 5) plutôt qu'une multiplication par le nombre à trois chiffres 375 (le produit $3 \times 5 \times 5 \times 5$ étant bien égal à 375). Cela donne en fait la conversion d'une aire exprimée en $1 li^2$ en une aire exprimée en $mǔ$. Le passage de $375 mǔ$ à $3 qǐng$ et $75 mǔ$ n'est pas explicité ; il faut dire qu'il n'implique simplement qu'une lecture différente du nombre 375 représenté sur la surface de calcul puisque $1 qǐng = 100 mǔ$.

Le texte utilise le terme li tour à tour comme la désignation d'une unité de longueur ou d'une unité d'aire. Cette ambiguïté lexicale n'échappait pas aux auteurs qui introduisent l'usage comme unité d'aire par une phrase énonçant que « $1 li$ [de longueur] \times $1 li$ [de longueur] cela fait $1 li$ [carrée] ».

CONCLUSION

Finalement que nous apprend le *Livre sur les calculs* de la pratique mathématique de ses auteurs et lecteurs ?

On y voit l'omniprésence des questions de taxation en nature de la production agricole, d'équivalence de valeurs des denrées agricoles, de normalisation de l'artisanat ; autant de thèmes administratifs qui montrent que les mathématiques de l'époque Qin-Han étaient le fait des lettrés-fonctionnaires. Il y a aussi la présence du prix de divers produits qui nous place dans le cadre d'une économie monétarisée, voire même financiarisée avec la mention d'un prêt à intérêts..

On observe en filigrane l'usage des bâtonnets de calculs pour représenter les entiers et les fractions, mais le texte ne donne pas les routines de calculs. Le maniement de l'outil de calcul devait se transmettre oralement de maître à élève et il était considéré élémentaire pour un lecteur du traité.

On constate aussi l'absence de descriptions et définitions des concepts, de comparaisons explicites dans les cas où deux méthodes de résolution sont proposées. L'activité mathématique connaissait donc d'autres instances que la mise à l'écrit dont témoigne notre corpus ; force est d'envisager des moments où l'on échangeait et débattait à vive voix.

La question de l'affectation des unités de mesure montre une préoccupation abstraite avec notamment de grandes précautions pour empêcher que n'apparaissent des unités quotients. On retiendra notamment le « taux pour 1 *shí* » de la section 4-30 qui est le prix d'une quantité de 1 *shí* 石 (volumique ou massique selon les cas) de n'importe quel produit.

Les sections 4-52, 4-53 et 4-68 illustrent la méthode d'interpolation linéaire dite de l'« excédent et du déficit » ; la section 4-68 l'utilisant pour déterminer la valeur approchée $15 + 15/31$ du côté d'un carré d'aire $240 \text{ } b\ddot{u}^2$.

Hormis toutes les opérations sur les entiers et les fractions propres, les deux seuls types de nombres considérés, le texte traite une multitude de situations de proportionnalités et d'applications de la règle de trois, avec jusqu'à quatre quantités posées en parallèle sur la surface de calcul. On saisit alors la puissance de l'outil de calcul qui est de l'ordre de celle du calcul écrit.

Le *Livre sur les calculs* généralise les procédures avec des expressions telles que « un certain nombre » et l'usage de variables dynamiques (comme celles de la section 4-7).

Les exemples numériques reposent sur des valeurs qui font apparaître des particularités remarquables ou qui justifient l'intérêt d'une variante de la procédure principale. On voit aussi parfois un jeu de permutations entre les

données et les résultats (par exemple, entre ceux des sections 4-44 et 4-45). Se construit ainsi un mode discursif spécifique que l'on convient d'appeler « problèmes avec variations ».

Le texte donne à voir une langue mathématique et un jargon technique déjà développés mais qui restent pourtant souples. On pense par exemple aux variantes lexicales dans les problèmes qui reposent sur la procédure de l'excédent et du déficit, à la diversité des appellations des quatre opérations. Même l'expression des fractions n'est pas aussi régulière que dans les *Neuf Chapitres*. Mais ne nous trompons pas ! Si la standardisation d'un langage technique facilite indubitablement les échanges savants et la transmission des connaissances, cela n'équivaut pourtant pas à une avancée conceptuelle. Et c'est bien ce que l'on constate avec l'interpolation linéaire « excédent et déficit » et le calcul des fractions qui avaient déjà atteint leur pleine maturité dans le *Livre sur les calculs*.

L'ouvrage reflète une mise en forme provisoire d'un savoir vivant. En termes plus crus, on dira que le texte n'est pas toujours assez lissé, qu'il est parfois trop elliptique, voire qu'il est émaillé d'erreurs qui rendent la lecture ardue. Une méthodologie protéiforme s'impose alors. Pour extirper le sens du texte, on a dû s'informer des productions agricoles et artisanales de la Chine ancienne, ainsi que de l'organisation du travail. Il a fallu se plonger dans le corpus Qin-Han excavé et mettre en résonance des passages voisins qui appartiennent tantôt à des textes mathématiques, tantôt à des textes législatifs. On s'est renseigné sur les résultats des découvertes archéologiques qui conditionnent notre interprétation des sources textuelles. Ce minutieux travail d'investigation dans les sources académiques et les musées, auprès de chercheurs et d'artisans, a souvent permis d'éclairer les passages qui nous semblaient obscurs de prime abord. Et on a constaté que diverses sections du *Livre sur les calculs* se complètent mutuellement, que leur organisation n'était pas aléatoire mais relevait au contraire d'une logique interne.

Arrivé au terme de ce parcours dans la vie matérielle et intellectuelle de l'époque Qin-Han, nous espérons que notre présentation du *Livre sur les calculs* et notre traduction avec ses notes interlinéaires font justice aux près de vingt ans de recherches sur les textes excavés à Zhanjiashan depuis leur divulgation par Wenwu (2000). Pour élucider les points qui restent encore énigmatiques, on espère des avancées sur le texte lui-même, elles surviendront peut-être le jour où la photographie au scanner infrarouge, ou autre technique d'imagerie, sera utilisée sur les lamelles de Zhangjiashan, les rectos des lamelles, et aussi les versos sur lesquels se sont possiblement décalqués des fragments d'écriture. La divulgation de davantage de textes excavés est attendue également, ils offriront de nouvelles opportunités de comparaison.

BIBLIOGRAPHIE

- ABÉ Yoshio, 2007, *Le « décortilage » du riz : Typologie, répartition géographique et histoire des instruments à monder le riz*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, DOI : 10.4000/books.editionsmsmh.9387 (consulté le 11 juillet 2018).
- ANICOTTE Rémi, 2009, *Les nombres dans le Suan shu shu 算數書*, mémoire de master 2 non publié, Inalco, Paris.
- ANICOTTE Rémi, 2012, *Nombres et expressions numériques en Chine à l'éclairage des Écrits sur les calculs (début du 1^{er} siècle avant notre ère)*, thèse de doctorat non publiée, Inalco, Paris.
- ANICOTTE Rémi, 2014, « Mathématiques occidentales en Chine du XVI^e au XX^e siècle » in MOYON Marc, PESTEL Marie-José & JANVIER Martine (dir.), *Maths express : au carrefour des cultures*, p. 65-69.
- ANICOTTE Rémi, 2015a, “Chinese Names for Integers” in XU Dan [徐丹] & Fu Jingqi [傅京起] (eds.), *Space and Quantification in Languages of China*, p. 117-138, DOI : 10.1007/978-3-319-10040-1_7.
- ANICOTTE Rémi, 2015b, “Bidimensional Expressions of Fractions in Chinese”, *Cahiers de linguistique Asie orientale*, n° 1, vol. 44, p. 36-56, DOI : 10.1163/19606028-00441p02.
- ANICOTTE Rémi, 2017, “Fractions in the Suàn Shù Shū (China, Beginning of the 2nd Century BCE)”, *The Journal of Chinese Linguistics*, n° 1, vol. 45, p. 20-67, DOI : 10.1353/jcl.2017.0001.
- ANICOTTE Rémi [安立明], DONG Juan [董娟] & XU Changming [徐昌明], 2015, *Mathematics in Chinese – Mathématiques en chinois*, Youfeng, Paris., 306 p.

BARBER E. J. W., 1992, *Prehistoric textiles: the development of cloth in the Neolithic and Bronze Ages with special reference to the Aegean*, Princeton Univ. Press, Princeton, 471 p.

BARBIERI-LOW Anthony Jerome, 2008, *Artisans in early imperial China*, University of Washington Press, Seattle, 394 p.

BARBIERI-LOW Anthony Jerome & YATES Robin D. S., 2015, *Law, state, and society in early imperial China: a study with critical edition and translation of the legal texts from Zhangjiashan tomb no. 247*, Brill (coll. Sinica Leidensia), Leiden, 1416 p.

BARTOLINI BUSSI Maria Giuseppina, CANALINI Rita & FERRI Franca, *Towards Cultural Analysis of Content: Problems with Variation in Primary School*, in NOVOTNÁ Jarmila & MORAOVA Hana (ed.), *Proceedings of the International Symposium Elementary Maths Teaching 11*, Université Charles, Prague, pp. 9-20.

BAXTER William H. & SAGART Laurent, 2014, *Old Chinese: A New Reconstruction*, Oxford University Press, <http://ocbaxtersagart.lsa.it.lsa.umich.edu> (consulté le 23 juin 2017).

BAXTER William H. & SAGART Laurent, 2016, in SYBESMA Rint (ed.) "Old Chinese Phonology", *Encyclopedia of Chinese Language and Linguistics*, Brill, Leiden, http://dx.doi.org/10.1163/2210-7363_ecll-COM_00000306 (consulté le 30 avril 2017).

BIELLENSTEIN Hans, 1980, *The Bureaucracy of Han Times*, Cambridge University Press., 276 p

BONNER Stanley Frederick, 1977, *Education in ancient Rome: from the elder Cato to the younger Pliny*, Methuen, London, 404 p.

BOTTÉRO Françoise, 2006, « Écriture, parole et lecture du monde : la mise en place d'une théorie de l'écriture à l'époque des Han (II^e s. av. J.-C. ~ II^e s.) », in BOTTÉRO Françoise & DJAMOURI Redouane (dir.), *Écriture chinoise : données, usages et représentations*, EHESS-CRLAO, Paris, p. 115-135.

BOUDOT Éric & BUCKLEY Christopher D., 2015, *The Roots of Asian Weaving: The He Haiyan Collection of Textile and Looms from Southwest China*, Oxbow Books, Barnsley, 480 p.

- BOTTÉRO Françoise, 2016, “Chinese Writing”, in SYBESMA Rint (ed.), *Encyclopedia of Chinese Language and Linguistics*, Brill, Leiden, http://dx.doi.org/10.1163/2210-7363_ecll_COM_00000086 (consulté le 30 avril 2017).
- BRAY Francesca, 1984, *Science and Civilisation in China. Volume 6. Biology and Biological Technology. Part II: Agriculture*, Cambridge University Press, Cambridge, 768 p.
- BRÉARD Andrea, 2001, “On Mathematical Terminology: Culture Crossing in 19th Century China”, in LACKNER Michael, AMELUNG Iwo & KURTZ Joachim (eds.), *New Terms for New Ideas: Western Knowledge and Lexical Change in Late Imperial China*, Brill, Leiden, pp. 305-326.
- BRÉARD Andrea, 2004, « La traduction d’ouvrages de mathématiques en Chine à la fin du XIX^e siècle : un processus d’introduction et d’intégration », in CROZET Pascal & HORIUCHI Annick (dir.), *Traduire, transposer, naturaliser : la formation d’une langue scientifique moderne hors des frontières de l’Europe au XIX^e siècle*, L’Harmattan, Paris, p. 123-146.
- BUCKLEY Christopher D. & BOUDOT Eric, 2017, “The Evolution of an Ancient Technology”, *Royal Society Open Science*, n° 5, vol. 4, DOI : 10.1098/rsos.170208.
- CABOARA Marco, 2016, “Yě 也 in Excavated Texts”, in SYBESMA Rint (dir.), *Encyclopedia of Chinese Language and Linguistics*, Brill, Leiden, http://dx.doi.org/10.1163/2210-7363_ecll_COM_000236 (consulté le 30 avril 2017).
- CAI Wànjìn [蔡万进], 2006, 《张家山汉简〈奏讞书〉研究》 [Recherches sur le *Zòu yàn shū*, un ouvrage *Hàn* sur tiges de bambou excavé à *Zhāngjiāshān*], 广西师范大学出版社 [Guanxi Normal University Press], Guilin, 245 p.
- CHEMLA Karine, 2003, “Generality above Abstraction: The General Expressed in Terms of the Paradigmatic in Mathematics in Ancient China”, *Science in Context*, n° 3, vol. 16, pp. 313-458, DOI : 10.1017/S0269889703000905.
- CHEMLA Karine, 2006, “Documenting a Process of Abstraction in the Mathematics of Ancient China”, in ANDERL Christoph &

EIFRING Halvor (eds.), *Studies in Chinese Language and Culture – Festschrift in Honor of Christoph Harbsmeier on the Occasion of his 60th Birthday*, Hermes Academic Publishing and Bookshop, Oslo, pp. 169-194.

CHEMLA Karine, 2013, “Shedding Some Light on a Possible Origin of a Concept of Fractions in China”, *Sudhoffs Archiv*, n° 2, vol. 97, Stuttgart, pp. 174-198.

CHEMLA Karine, 2015, “Proof, Generality and the Prescription of Mathematical Action: A Nanohistorical Approach to Communication”, *Centaurus* (Journal of the European Society for the History of Science, John Wiley & Sons Pte Ltd.), n° 4, vol. 57, pp. 278-300, DOI: 10.1111/1600-0498.12111.

CHEMLA Karine & MA Biao, 2011, “Interpreting a Newly Discovered Mathematical Document Written at the Beginning of the Han Dynasty in China (before 157 B.C.E.) and Excavated from Tomb M77 at Shuihudi (睡虎地)”, *SCLAMVS: Sources and Commentaries in Exact Sciences*, vol. 12, Kyoto, pp. 159-191.

314

CHEMLA Karine & MORGAN Daniel, 2016, “也有輪着寫的：張家山漢簡《算數書》寫手與篇序初探” [There is Also Writing in Turns: Initial Investigation of the Hands and Compilational Order of the Han Bamboo Manuscript Suan Shu Shu from Zhangjiashan], 簡帛第（十二輯） [Bamboo and Silk Manuscripts 12th Compilation], 上海古籍出版社, Shanghai, pp. 235-251.

CHEMLA Karine & SHUCHUN Guo, 2005, *Les neuf chapitres : le classique mathématique de la Chine ancienne et ses commentaires*, Dunod, Paris, 1140 p.

CHEN Songchang [陈松长], 2009, “岳麓书院所藏秦简综述” [A Summarize of the Qin Slips Collected by Yuelu Academy], 文物 [Cultural Relics], n° 3, pp. 75-88.

CHEN Xingcan [陈星灿], 2002, 考古随笔 [Essais sur l’archéologie], 文物出版社 [Cultural Relics Press], Pékin, 292 p.

CHENG Shaoxuan [程少轩], 2017, “汉简‘零’” [Pas de « zéro » sur les lamelles Han], 文汇报 [Journal Wenhui], publication en ligne du 28 juillet 2017 sur : <http://whb.news365.com.cn>.

- COOK Scott Bradley, 2012, *The bamboo texts of Guodian: a study & complete translation*, East Asia Program, Cornell University (coll. Cornell East Asia series), New York, 500 p.
- CULLEN Christopher, 1996, *Astronomy and mathematics in ancient China: the Zhou bi suan jing*, Cambridge University Press (coll. Needham Research Institute studies), New York, 241 p.
- CULLEN Christopher, 2004, *The Suàn shù shū: 'Writings on reckoning'; a translation of a Chinese mathematical collection of the second century BC, with explanatory commentary*, Needham Research Institute (coll. Needham Research Institute working papers), Cambridge, 145 p.
- CULLEN Christopher, 2007, "The Suàn Shù Shū 算數書, 'Writings on Reckoning': Rewriting the History of Early Chinese Mathematics in the Light of an Excavated Manuscript", *Historia Mathematica*, n° 1, vol. 34, pp. 10-44.
- DAUBEN Joseph W., 2008, "Suan Shu Shu A Book on Numbers and Computations: English Translation with Commentary", *Archive for History of Exact Sciences*, n° 2, vol. 62, pp. 91-178, DOI: 10.1007/s00407-007-0124-1.
- DJAMOURI Redouane, 1999, "Evolution of Zhi in Archaic Chinese", in PEYRAUBE Alain & SUN Chaofen (eds.), *In Honor of Mei Tsu-Lin: Studies on Chinese Historical Syntax and Morphology*, EHESS-CRLAO, Paris, pp. 33-47.
- DU Shiran [杜石然] (ed.), 1998, 《李俨钱宝琮科学史全集》 [Œuvres complètes de Li Yan et Qian Baocong sur l'histoire des sciences], 辽宁出版社, 10 volumes.
- DUAN Yaoyong [段耀勇] & ZOU Dahai [邹大海], 2003, "《算数书》'以圆材方', '以方材圆'两问校正" [New Collations of the Two Paragraphs "yi yuan cai fang" and "yi fang cai yuan" in the Unearthed Mathematics Book Suanshu Shu], *自然科学史研究* [Studies in the History of Natural Sciences], n° 2, vol. 22, p. 168-172.
- ENGELFRIET Peter M., 1998, *Euclid in China: the genesis of the first Chinese translation of Euclid's Elements, books I-VI (Jihe yuanben, Beijing, 1607) and its reception up to 1723*, Brill (coll. Sinica Leidensia), Leiden, 488 p.

EUCLIDE, 1990, *Les éléments*, trad. VITRAC Bernard, Presses universitaires de France (coll. Bibliothèque d'histoire des sciences), Paris, 4 volumes.

FALKENHAUSEN Lothar von, 2006, *Chinese society in the age of Confucius (1000-250 BC): the archaeological evidence*, Cotsen Institute of Archaeology, University of California (coll. Ideas, debates, and perspectives), Los Angeles, 555 p.

GALAMBOS Imre & HAMAR Imre, 2006, *Orthography of early Chinese writing: evidence from newly excavated manuscripts*, Department of East Asian Studies, Eötvös Loránd University (coll. Budapest monographs in East Asian Studies), Budapest, 183 p.

GASSMANN Robert, 2016, “Yè 也 in Classical Chinese”, in SYBESMA Rint (dir.), *Encyclopedia of Chinese Language and Linguistics*, Brill, Leiden, http://dx.doi.org/10.1163/2210-7363_ecll_COM_00000471 (consulté le 30 avril 2017).

[GUIXI, 1980] CHENG Yinglin [程应林] & LIU Shizhong [刘诗中], 1980, “Publication conjointe du Musée provincial d'histoire de la province du Jiangxi [江西省历史博物馆] et de l'Office de la culture de Guixi [贵溪县文化馆]”, Fouilles des tombes sur une falaise à Guixi dans le Jiangxi [江西贵溪崖墓发掘简报], 文物出版社 [Cultural Relics], Pékin, p. 1-27.

[GUIXI, 1981] LIU Lin [刘林] & JIA He [家和], 1981, 《对贵溪崖墓时代的商榷—兼谈与越文化有关的问题》 [Mises au point sur la datation des tombes en falaises à Guixi – Avec une discussion concernant la culture Yuè], 江西历史文物 [Artefacts et histoire du Jiangxi], Nanchang, n° 1, pp. 9-17.

GUO Lihua [郭丽华] & ZHANG Xiancheng [张显成], 2015, 《张家山汉墓竹简（释文修订本）》补正 [Rectificatifs pour l'Édition corrigée des textes sur bambou de la tombe Han de Zhangjiashan], 古籍整理研究学刊 [Journal of Ancient Books Collation and Studies], Changchun, n° 5, pp. 13-16.

GUO Shirong [郭世荣], 2001, “《算数书》勘误” [A Collation to the Suanshushu A Book of Arithmetics], 中国科技史料 [China Historical Materials of Science and Technology], n° 3, vol. 30, pp. 276-285.

- GUO Shuchun [郭书春], 2001, “《算数书》校勘”, [The Collation of Suanshushu (A Book of Arithmetic)], 中国科技史料 [China Historical Materials of Science and Technology], n° 3, vol. 22, p. 202-219.
- GUO Shuchun [郭书春], 2002, “試論《算数書》的理論貢獻與編纂” [Preliminary Discussion on the Theoretical Contribution and Compilation of the Suàn Shù Shū], 法國漢學 [Sinologie française], vol. 6, pp. 505-537.
- HAN Wei [韩巍], 2015, “北大藏秦简《鲁久次问数于陈起》初读” [A Brief Study of the Text Entitled Lu Jiuci Asks Chen Qi about Numbers on the Qin Bamboo Slips Collected by Peking University], 北京大学学报 (哲学社会科学版) [Journal of Peking University (Philosophy and Social Sciences)], n° 2, vol. 52, p. 29-36.
- HAO Huifang [郝慧芳], 2008, 張家山漢簡語詞通釋 [Textual Research on the Words and Expressions of “Zhangjiashan hanjian”], thèse de doctorat, East China Normal University, Shanghai, 677 p.
- HORNG Wann-Sheng [洪萬生], LIN Cangyi [林倉億], SU Huiyu [蘇惠玉] & SU Junhong [蘇俊鴻], 2006, 《數之起源：中國數學史開章〈算數書〉》 [À l'origine des nombres : le Suan shu shu, le premier chapitre de l'histoire des mathématiques en Chine], 臺灣商務印書館, Taipei, 283 p.
- HOU Xudong [侯旭东], 2004, “三国吴简所见盐米初探” [Recherches préliminaires sur le change entre le sel et le grain au travers des manuscrits sur bambou des Wu excavés à Zoumalou], in 北京吴简研讨班 [Équipe de recherche sur les textes Wu] (ed.), 吴简研究 (第一辑) [Recherches sur les manuscrits sur bambou des Wu (premier recueil)], 崇文书局, Wuhan, pp. 249-260.
- [HPM TONGXUN, 2000]: SU Yiwen [蘇意雯], SU Junhong [蘇俊鴻], SU Huiyu [蘇惠玉], CHEN Fengzhu [陳鳳珠], LIN Cangyi [林倉億], HUANG Qingyang [黃清陽] & YE Jihai [葉吉海], 2000, 《算數書》校勘 [Collation du *Suan shu shu*], HPM 通訊 [Bulletin d'histoire et de pédagogie des mathématiques], n° 11, vol. 3, Taipei, pp. 2-20.
- HU Pingsheng [胡平生], 1998, “阜阳双古堆汉简数术书简论” [Présentation du Livre des procédures mathématiques de Shuanggudui à Fuyang] in 中国文物研究所 (ed.), 出土文献研究 (第4辑) [Recherches sur les textes excavés (compilation n° 4)], pp. 12-30.

HU Yitao [胡憶涛], 2006, 張家山漢簡〈算數書〉整理研究 [Study on the Compilation of the Suan Shu Shu Excavated in Zhangjiashan], mémoire de master, Southwest University, Chongqing, 101 p.

HUA Yinchun [华印椿], 1987, 《中国珠算史稿》 [Brève histoire du calcul au boulier en Chine], 中国财政经济出版社 [China Financial and Economic publishing House], Pékin, 501 p.

HUANG Hsing-Tsung, 2000, *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press (coll. Volume 6. Biology and Biological Technology), Cambridge, 769 p.

HULSEWÉ A. F. P., 1985, *Remnants of Ch'in law: an annotated translation of the Ch'in legal and administrative rules of the 3rd century B.C., discovered in Yün-meng Prefecture, Hu-pei Province, in 1975*, E.J. Brill (coll. Sinica Leidensia), Leiden, 242 p.

[JING'AN, 1980] : XU Changqing [徐长青] *et al.*, 1980, Publication conjointe du Jiangxi Provincial Institute of Cultural Relics and Archeology 江西省文物考古研究所 et du Jing'an Museum 靖安县博物馆, 江西靖安李洲坳东周墓发掘简报 [Excavation of Lizhou'ao Eastern Zhou Tomb in Jing'an, Jiangxi], 文物 [Cultural Relics], n° 2, Pékin pp. 4-17.

JOCHI Shigeru [城地茂], 2001, <San Sū Sho nihon yaku> [《算數書》日本訳], [Japanese Translation of the Suan Shu Shu], 和算研究所紀要 [Bulletin of Wasan Institute], n° 4, p. 19-46.

KELLER Agathe, 2000, *Un commentaire indien du VII^e siècle – Bhāskara et le gaṇita-pāda de l'Āryabhaṭīya*, thèse de doctorat, Paris-VII, Paris, 263 p.

[LEIPZIG GLOSSING RULES] : COMMITTEE OF EDITORS OF LINGUISTICS JOURNALS (collectif), *The Leipzig Glossing Rules: Conventions for Interlinear Morpheme-by-morpheme Glosses*, en libre accès sur le site du Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology Department of Linguistics : <http://www.eva.mpg.de/lingua/resources/glossing-rules.php> (consulté le 23 décembre 2017).

LI Jin [李进], 2004, “走马楼吴简中的农作物” [Les récoltes des manuscrits sur bambou des Wu excavés à Zoumalou], in 北京吴简研讨班 [Équipe de recherche sur les textes Wu] (ed.), 吴简研究 (第一辑) [Recherches sur les manuscrits sur bambou des Wu (premier recueil)], 崇文书局, Wuhan, pp. 334-343.

- LI Songru [李松儒], 2006, “郭店楚墓竹簡字跡研究” [Recherches sur l’écriture manuscrite des textes Chu sur bambou de Guodian], 辽宁省博物馆馆刊 [Liaoning Provincial Museum Journal], n° 1, pp. 149-167.
- LI Songru [李松儒], 2007, “郭店簡中所見‘鳥虫書’與‘蝌蚪文’字跡研究” [Recherches sur les écritures manuscrites « oiseaux et insectes » ou « têtards » des textes sur bambou de Guodian], 辽宁省博物馆馆刊 [Liaoning Provincial Museum Journal], n° 2, pp. 162-177.
- LI Songru [李松儒], 2012, 戰國簡帛字跡研究——以上博簡為中心 [The Study of Handwriting of the Chu Bamboo Slips in the Warring States Period Collected by Shanghai Museum], thèse de doctorat, Jilin University, Changchun, 390 p.
- LI Yan & DU Shiran, 1987, *Chinese Mathematics: A Concise History*, traduction du chinois John N. Crossley & Anthony W.-C. Lun, Clarendon Press, Oxford, 304 p.
- LI Yan [李儼], 1958, 《中國數學大綱》 [Aperçu de l’histoire des mathématiques chinoises], 科學出版社, Shanghai, 2 volumes.
- LIN Cangyi [林倉億] & SU Junhong [蘇俊鴻], 2007, “《算數書》各家校勘之比較與評析” [Comparaison et analyse des diverses collations du Suàn shù shū], 第七屆科學史研討會彙刊 [Actes du 7e Colloque d’histoire des sciences], Taipei, pp. 59-78.
- LIU Jinhua [刘金华], 2003, 《算数书》集校及其相关问题研究 [Étude sur la collation du Suan shu shu et des problématiques associées], thèse de doctorat, Wuhan university, Wuhan.
- [LIYE, 2012]: 湖南省文物考古研究所 [Centre de recherche archéologique du Hunan] (ed.), 2012, 《里耶秦簡牘校釋（第一卷）》 [Transcription annotée des textes de Liye (vol. 1)], 武漢大學出版社 [Presses de l’université de Wuhan].
- [LIYE, 2016]: 里耶秦簡博物館 [Musée des textes sur bambou de Liye] & 出土文獻與中國古代文明研究協同創新中心中國人民大學中心 [Centre pour une recherche innovante et coordonnée sur les textes excavés et la civilisation de la Chine ancienne – Université Renmin; collectif], 2016, 《里耶秦簡博物館藏秦簡》 [Textes Qin sur bambou du musée de Liye], 中西書局 [Zhongxi Book Company].

LOEWE Michael, 1961, “The Measurement of Grain During the Han Period”,
T'oung Pao, n° 49, pp. 64-95.

LUNSTRÖM-BAUDAIS Karen, RACHOUD-SCHNEIDER Anne-Marie, BAUDAIS
Dominique & POISSONNIER Bertrand, 2002, « Le broyage dans la
chaîne de transformation du millet (*Panicum miliaceum*) : outils, gestes
et écofacts », in PROCOPIOU Hara & TREUIL René (dir.), *Moudre et
broyer. I. Méthodes : pétrographie, chimie, tracéologie, expérimentation,
ethnoarchéologie (Actes de la table ronde internationale « Moudre
et broyer » qui s'est tenue à Clermont-Ferrand du 30 novembre au
2 décembre 1995)*, Éditions du Comité des travaux historiques et
scientifiques, Paris, p. 181-209.

MA Biao [馬彪], 2001, “《算数书》之‘益稟’与‘田’考” [Étude sur les
expressions “yì ruǎn” et “yǔ tián” du *Suan Shu Shu*], en libre accès sur le
site Jiǎn bó wǎng 簡帛網 [Bamboo and Silk Manuscripts Website] du
Centre de recherche sur les manuscrits sur bambou et soie de l'université
de Wuhan, http://www.bsm.org.cn/show_article.php?id=467 (consulté
le 18 août 2018).

320
MAILLOT Eugène & LAMBERT François, 1906, *Traité sur le ver à soie du
mûrier*, Coulet et Fils/Masson, Montpellier & Paris, 622 p.

MARTZLOFF Jean-Claude, 1988, *Histoire des mathématiques chinoises*, Masson,
Paris, 375 p.

NEEDHAM Joseph, 1959, *Science and Civilisation in China. Volume 3:
Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth*, Cambridge
University Press, 926 p.

[ŌKAWA *et al.*, 2006] : 張家山《算数書》研究会 [collectif, Ōkawa
Toshitaka 大川俊隆], 2006, 漢簡《算数書》：中国最古の数学
書 [Le *Suan shu shu*, un livre de la dynastie Han écrit sur lamelles de
bambou : le plus ancien texte mathématique chinois], Hōyū shoten 朋
友書店, Kyoto, 172 p.

ŌKAWA Toshitaka [大川俊隆] & TAMURA Makoto [田村誠], 2007,
“張家山漢簡《算数書》« 飲漆 »考” [Recherche sur la section
« Hydratation de la laque » du *Suan shu shu* de Zhangjiashan], 文物
[Cultural Relics], n° 4, pp. 86-90, 96.

- PENG Hao [彭浩], 2001, 《張家山漢簡《算術書》注釋》 [Édition commentée du Suan shu shu, un texte Han sur lamelles de bambou excavé à Zhangjiashan], 科學出版社 [Science Press], Pékin, 134 p.
- PENG Hao [彭浩], 2010, “談秦漢數書中的‘輿田’及相關問題” [Discussion sur l’expression « *yú tián* » des écrits mathématiques Qin-Han et les problématiques associées], en libre accès sur le site 簡帛網 [Bamboo and Silk Manuscripts Website] du Centre de recherche sur les manuscrits sur bambou et soie de l’université de Wuhan, http://www.bsm.org.cn/show_article.php?id=1281 (consulté le 23 décembre 2017).
- PEYRAUBE Alain, 2016a, “Periodization”, in SYBESMA Rint (dir.), *Encyclopedia of Chinese Language and Linguistics*, Brill, Leiden, http://dx.doi.org/10.1163/2210-7363_ecll_COM_00000323 (consulté le 30 avril 2017).
- PEYRAUBE Alain, 2016b, “Grammaticalization and Lexicalization”, in SYBESMA Rint (dir.), *Encyclopedia of Chinese Language and Linguistics*, Brill, Leiden, http://dx.doi.org/10.1163/2210-7363_ecll_COM_00000323 (consulté le 30 avril 2017).
- PEYRAUBE Alain & WIEBUSCH Thekla, 1993, « Le rôle des classificateurs nominaux en chinois et leur évolution historique : un cas de changement cyclique », *Faits de langues*, n° 2, vol. 1, p. 51-61, DOI : 10.3406/flang.1993.1302.
- PEYRAUBE Alain & WIEBUSCH Thekla, 1994, “Problems Relating to the History of Different Copulas in Ancient Chinese”, in CHEN Marjorie & TZENG Ovid (eds.), *In Honor of William S-Y. Wang: Interdisciplinary Studies on Language and Language Change*, Pyramid Press, Taipei, pp. 383-404.
- QIAN Baocong [钱宝琮], 1964, 《中国数学史》 [Histoire des mathématiques chinoises], 科學出版社, Pékin, 354 p.
- QIAN Boquan [钱伯泉], 1983, “汉初算赋口钱辨” [Imposition par suàn et par bouche au début des Han], *中国社会经济史研究* [The Journal of Chinese Social and Economic History], n° 4, pp. 132-133.

- QIU Xigui [裘锡圭], 1974, “湖北江陵凤凰山十号汉墓出土简牘考释” [Retranscription des textes de la tombe Han n° 10 de Fenghuangshan à Jiangling dans le Hubei], 文物 [Cultural Relics], n° 7, pp. 49-63.
- RICHTER Matthias L., 2006, “Tentative Criteria for Discerning Individual Hands in the Guodian Manuscripts”, in XING Wen [邢文] (ed.), *Rethinking Confucianism: Selected Papers from the Third International Conference on Excavated Chinese Manuscripts, Mount Holyoke College, April 2004*, Trinity University, San Antonio, pp. 132-147.
- RICHTER Matthias L., 2007, “The Fickle Brush: Chinese Orthography in the Age of Manuscripts: A Review of Imre Galambos’s ‘Orthography of Early Chinese Writing: Evidence from Newly Excavated Manuscripts’”, *Early China*, vol. 31, pp. 171-192.
- RICHTER Matthias L., 2013, *The embodied text: establishing textual identity in early Chinese manuscripts*, Brill (coll. Studies in the history of Chinese texts), Leiden, 208 p.
- 322
SABBAN Françoise, 1990, « De la main à la pâte – Réflexion sur l’origine des pâtes alimentaires et les transformations du blé en Chine ancienne (III^e siècle av. J.-C. – VI^e siècle ap. J.-C.) », *L’Homme*, n° 113, vol. 30, p. 102-137, DOI : 10.3406/hom.1990.369206.
- SABBAN Françoise, 2000, « Quand la forme transcende l’objet. Histoire des pâtes alimentaires en Chine (III^e siècle av. J.-C.-III^e siècle apr. J.-C.) », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, n° 4, vol. 55, p. 791-824, DOI : 10.3406/ahess.2000.279881.
- SAGART Laurent, 2006, « L’emploi des phonétiques dans l’écriture chinoise », in BOTTÉRO Françoise & DJAMOURI Redouane (dir.), *Écriture chinoise : données, usages et représentations*, EHESS-CRLAO, Paris, p. 35-53.
- SCARPARI Maurizio, 2016, “Classical Chinese”, in SYBESMA Rint (ed.), *Encyclopedia of Chinese Language and Linguistics*, Brill, Leiden, http://dx.doi.org/10.1163/2210-7363_ecll_COM_000235 (consulté le 30 avril 2017).

- [SHÙ, 2011] : ZHU Hanmin [朱漢民] & CHEN Songzhang [陳松長], 2011, 《嶽麓書院藏秦簡（貳）》 [Les textes Qin sur lamelles de bambou de l'Académie Yuelu (2)], 上海辭書出版社 [Shanghai Lexicographic Publishing House], Shanghai, 196 p.
- [SHUIHUDI M77] : XIONG Beisheng [熊北生], *et al.* (copublication du Hubei Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology [湖北省文物考古研究所] et du Yunmeng Museum [云梦县博物馆]), 2008, “湖北云梦睡虎地M77发掘简报” [A Preliminary Report of the Excavation at the Shuihudi Tomb M77 in Yunmeng, Hubei], 江汉考古 [*Jianghan Archaeology*], n° 4, Wuhan, pp. 31-37.
- [SHUIHUDI, 1978] : 睡虎地秦墓竹简整理小组 [Équipe de collation des lamelles de bambou des tombes Qin de Shuihudi ; collectif], 睡虎地秦墓竹简 [*Lamelles de bambou des tombes Qin de Shuihudi*], 文物出版社 [Cultural Relics Press], Pékin, 321 p.
- [TSINGHUA 4] : LI Xueqin [李學勤] & 清華大學出土文獻研究與保護中心 [Unearthed Research and Protection Center], 2013, 清華大學藏戰國竹簡（肆） [Les documents sur lamelles de bambou des Royaumes combattants conservés à l'université Tsinghua [4]], 中西書局 [Zhongxi Book Company].
- VOLKOV Alexei, 1994, “Calculation of π in Ancient China: From Liu Hui to Zu Chongzhi”, *Historia Scientiarum*, n° 2, vol. 4, pp. 139-157.
- VOLKOV Alexei, 1997, “Zhao Youqin and his Calculation of π ”, *Historia Mathematica*, vol. 24, pp. 301-331.
- VOLKOV Alexei, 2001, « Le bacchette (Les bâtonnets de calculs) », in VOLKOV Alexei & QU Anjing (eds.), *Enciclopedia italiana. Storia della scienza. La scienza in Cina: dai Qin-Han ai Tang. La matematica*, Istituto della Enciclopedia italiana, Rome, [http://www.treccani.it/enciclopedia/la-scienza-in-cina-dai-qin-han-ai-tang-la-matematica_\(Storia-della-Scienza\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/la-scienza-in-cina-dai-qin-han-ai-tang-la-matematica_(Storia-della-Scienza)/) (consulté le 5 juin 2017).
- VOLKOV Alexei, 2010, “Commentaries upon Commentaries: The Translation of the Jiu zhang suan shu 九章算術 by Karine Chemla and Guo Shuchun”, *Historia Mathematica*, n° 37, pp. 281-301.

- [WENWU, 2000]: 江陵张家山汉简整理小组 [Équipe de collation des lamelles de bambou de Zhangjiashan à Jiangling; collectif], 2000, 江陵张家山汉简《算数书》释文 [*Transcription of Bamboo Suanshushu or A Book of Arithmetic from Jiangling*], 文物 [Cultural Relics], n° 9, Pékin, pp. 78-84.
- [WENWU, 2001]: 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組 [Équipe de collation des lamelles de bambou de la tombe Han n° 247 de Zhangjiashan; collectif], 2001, 張家山漢墓竹簡(二四七號墓) [Lamelles de bambou de Zhangjiashan (tombe Han n° 247)], 文物出版社 [Cultural Relics Press], Pékin, 320 p.
- WU Chaoyang [吴朝阳], 2011, 《张家山汉简〈算数书〉校证及相关研究》 [Étude du Suan shu shu, un texte sur lamelles de bambou datées des Han], thèse de doctorat, 江苏人民出版社, Nankin, 247 p.
- XIAO Can [肖灿], 2010a, “从《数》的‘與(與)田’、‘稅田’算题看秦田地租税制度” [Problems about Farmland’s Tax in Qin Bamboo Manuscripts on Mathematics], 湖南大学学报(社会科学版) [Journal of Hunan University (Social Sciences)], n° 4, vol. 24, pp. 11-14.
- XIAO Can [肖灿], 2010b, 嶽麓書院藏秦簡《數》研究 [Study of Shù, a Qin dynasty Text Written on Bamboo Strips and Kept at the Yuèlù Academy], thèse de doctorat, Hunan University, Changsha, 158 p.
- XIAO Can [肖灿] & ZHU Hanmin [朱漢民], 2009a, “岳麓书院藏秦简《数》的主要内容及历史价值” [A Study on the Calculation Described in the Qin Bamboo Slips Collected by the Yuelu Academy], 中国史研究 [Journal of Chinese Historical Studies], n° 3, pp. 39-50.
- XIAO Can [肖灿] & ZHU Hanmin [朱漢民], 2009b, “岳麓书院藏秦简《数书》中的土地面积计算” [The Survey of Land Square in the Qin Dynasty’s Books on Calculation Kept in Yuelu Academy], 湖南大学学报(社会科学版) [Journal of Hunan University (Social Sciences)], vol. 23, n° 2 pp. 11-14.
- XIAO Can [肖灿] & ZHU Hanmin [朱漢民], 2009c, “周秦时期谷物测算法及比重观念——岳麓书院藏秦简《数》的相关研究” [The Measuring Method for Grain and the Concept of Specific Gravity for its Different Kinds During the Zhou-Qin Period], 自然科学史研究 [Studies in the History of Natural Sciences], vol. 28, n° 4, pp. 422-425.

- XIAO Lin [肖麟], YANG Junchang [杨军昌] & HAN Rufen [韩汝玢], 2004, “成都金沙遗址出土金属器的实验分析与研究” [Scientific Examinations on the Metal Objects from Jinsha near Chengdu], 文物 [Cultural Relics], n° 4, pp. 78-89.
- XIONG Qu [熊曲], 2011, “吴简折咸米、渍米、没溺米及相关问题” [Trois types de compensations en grain au travers des manuscrits sur bambou des Wu et problématiques associées], in 长沙市简牍博物馆 (ed.) [Musée des textes sur bambou et bois de la ville de Changsha], 北京吴简研讨班 [Équipe de recherche sur les textes Wu sur bambou], 北京大学中国古代史研究所中心 [Centre de recherche sur l'histoire ancienne chinoise de l'université de Pékin] (collectif), 吴简研究 (第三辑) [Recherches sur les manuscrits sur bambou des Wu (troisième recueil)], 中华书局, Pékin, pp. 211-251.
- XU Dan, 2006, *Typological Change in Chinese Syntax*, Oxford University Press, DOI : 10.1093/acprof:oso/9780199297566.001.0001.
- XU Dan [徐丹], 2009, “从战国纵横家书看西汉初期复数概念的表达” [Expressions of Plurality at the Beginning of Western Han through the Zhanguo Zonghengjia Shu], 历史语言研究 [Historical Linguistics Research], n° 2, pp. 83-94.
- XU Dan [徐丹], 2014, “从《战国纵横家书》看西汉时期的称数表达” [Numeral Expressions at the Beginning of Western Han through the Zhanguo Zonghengjia Shu], 梅祖麟教授八秩寿庆学术论文集 [Festschrift in Honor of Professor Mei Tsu-lin], 首都师范大学出版社 [Capital Normal University Press], Pékin, pp. 466-481.
- XU Dan [徐丹], 2016, “从《战国纵横家书》里所见的空间词及其表达”, in ZHANG Xiancheng [張顯成] (ed.), 古汉语语法研究新论 [Nouvelles recherches sur la grammaire du chinois ancien], 巴蜀书社, Chengdu, pp. 1-11.
- YABUUTI Kiyosi, 2001, *Une histoire des mathématiques chinoises*, trad. KAORU Baba & trad. JAMI Catherine, Belin : Pour la Science, Paris.
- YU Zhenbo [于振波], 2003, “走马楼吴简所见佃田制度考略” [About the Land-tenanting System in the Zoumalou Strips of Wu Dynasty], 湖南大学学报 (社会科学报) [Journal of Hunan University (Social Sciences)], n° 6, vol. 17, pp. 23-28.

ZHANG Xiancheng [張顯成], 2004, 《簡帛文獻學通論》 [General Survey of Studies on Texts Written on Bamboo Strips], 中華書局, Pékin, 491 p.

ZHANG Xiancheng [張顯成], 2008, 《簡帛文獻論集》 [Collection of Essays on Texts Written on Silk and Bamboo Strips], 巴蜀書社, Chengdu, 672 p.

ZHAO Feng [赵丰], FAN Changsheng [樊昌生], QIAN Xiaoping [钱小萍] & WU Shunqing [吴顺清], 2012, 《成是贝锦：东周纺织织造技术研究》 [Studies of Textiles and Weaving Technology (7th-3rd century BC)], 上海古籍出版社, Shanghai, 132 p.

ZHOU Xulin [周序林] & ZHANG Xiancheng [張顯成], 2017, “张家山汉简《算数书》体积算题及相关问题探析” [Étude des calculs de volumes et des problématiques connexes dans le Suan shu shu excavé d'une tombe Han à Zhangjiashan], 广西民族大学学报（自然科学版） [Journal of Guangxi University for Nationalities (Natural Science Edition)], n° 3, vol. 23, pp. 22-27.

326
—
ZHU Hanmin [朱漢民] & XIAO Can [肖灿], 2009, “从岳麓书院藏秦简《数》看周秦之际的几何学成就” [The Geometrical Achievements in the Zhōu and Qín Dynasties Seen in the Qin Bamboo Slips on Calculating], 中国史研究 [Journal of Chinese Historical Studies], n° 3, pp. 51-58.

ZOU Dahai [邹大海], 2004, “出土《算數書》校釋一則” [Nouvelles propositions pour la collation du Suan shu shu], 東南文化 [Southeast Culture], n° 2, pp. 83-85.

ZOU Dahai [邹大海], 2007, 近五年来关于《算数书》研究情况 [Recherches des cinq dernières années concernant le *Suan shu shu*], communication au Colloque sur les ouvrages anciens de mathématiques d'Asie orientale 东亚数学典籍学术研讨会, mars 2006, Université Tsinghua.

ZOU Dahai [邹大海], 2008, “出土簡牘與中國早期數學史” [The Unearthed Bamboo and Wooden Strips and the History of Mathematics in Early China], 人文與社會學報, n° 2, vol. 2, pp. 71-98.

- ZOU Dahai [邹大海], 2010, “从出土竹简看中国早期委输算题及其社会背景” [The Problems Concerning Weishu and Their Social Context in Early China – A Research Based on the Unearthed Bamboo Slips], 湖南大学学报（社会科学版） [Journal of Hunan University (Social Sciences)], n° 4, vol. 24, pp. 5-10.
- [ZOU MALOU, 2004]: 北京吴简研讨班 [Équipe de recherche sur les textes Wu sur bambou ; collectif] (eds.), 2004, 吴简研究（第一辑） [Recherches sur les manuscrits sur bambou des Wu (Premier Recueil)], 崇文书局, Wuhan, 361 p.
- [ZOU MALOU, 2006] 长沙市简牍博物馆 [Musée des textes sur bambou et bois de la ville de Changsha] (eds.), 2006, 北京吴简研讨班 [Équipe de recherche sur les textes Wu sur bambou ; collectif], 吴简研究（第二辑） [Recherches sur les manuscrits sur bambou des Wu (Deuxième Recueil)], 崇文书局, Wuhan, 303 p.
- [ZOU MALOU, 2011]: 长沙市简牍博物馆 [Musée des textes sur bambou et bois de la ville de Changsha] (eds.), 2011, 北京吴简研讨班 [Équipe de recherche sur les textes Wu sur bambou], 北京大学中国古代史研究所中心 [Centre de recherche sur l'histoire ancienne chinoise de l'université de Pékin ; collectif], 吴简研究（第三辑） [Recherches sur les manuscrits sur bambou des Wu (Troisième Recueil)], 中华书局, Pékin, 408 p.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1-1. <i>Le Livre de la voie et de la vertu</i> de Guodian.....	20
Figure 1-2. Disposition des lamelles de bambou de la tombe n° 247 de Zhangjiashan	21
Figure 1-3. Gros plan de la coupe extraite de WENWU (2001, 322)	22
Figure 2-1. Expression linguistique des fractions propres dans les textes excavés Qin-Han.....	53
Figure 2-2. Fraction composée : somme d'un entier et d'une fraction « propre ».....	54
Figure 2-3. Unités de longueur du système métrique.....	62
Figure 2-4. Unités de masse des Han occidentaux.....	64
Figure 2-5. Unités de longueur des Han occidentaux.....	65
Figure 2-6. Unités d'aire des Han occidentaux.....	66
Figure 2-7. Unités de capacité des Han occidentaux.....	66
Figure 3-1. Représentation des chiffres avec des bâtonnets de calculs.....	70
Figure 3-2. Représentation de 123 456 789 sur un boulier chinois.....	70
Figure 3-3. Schéma d'un abaque romain.....	71
Figure 3-4. Pièces de monnaie <i>banliang</i>	75
Figure 3-5. Flèches empennées.....	79
Figure 3-6. Bambous.....	80
Figure 3-7. Coupon de soie standard et ruban <i>zongli</i>	84
Figure 3-8. Épillets sur panicule et sur épi.....	87
Figure 3-9. Épillet, glumes et glumelles.....	88
Figure 3-10. Panicule, épillet et grain de millet.....	90
Figure 3-11. Valeurs d'échanges d'une masse de 1 <i>shi</i> en volumes de grains égrenés.....	95
Figure 3-12. Valeurs d'échanges des produits agricoles.....	96
Figure 4-1. Titre du livre au verso de la lamelle n° 6.....	97
Figure 4-2. Ruban découpé dans un coupon de soie.....	165
Figure 4-3. Les 60 termes du cycle sexagésimal pour les 60 jours des 6 décades.....	239
Figure 4-4. Rampe d'accès d'une tombe.....	252
Figure 4-5. Volume biseauté.....	255
Figure 4-6. Grenier à paille.....	258

Figure 4-7. Cône de grain.....	260
Figure 4-8. Toit d'un grenier à grain.....	262
Figure 4-9. Tronc de cône.....	265
Figure 4-11. Puits et troncs.....	268
Figure 4-1. Carré inscrit dans un disque.....	269
Figure 4-13. Cercle inscrit dans un carré.....	272
Figure 4-14. Largeur d'un rectangle.....	275
Figure 4-15. Longueur d'un rectangle.....	280
Figure 4-16. Aire d'un rectangle.....	299
Figure 4-17. Côté d'un carré.....	302

TABLE DES MATIÈRES

BRÈVE CHRONOLOGIE.....	5
ABRÉVIATIONS.....	7
Abréviations dans la transcription et la traduction.....	7
Abréviations dans les gloses linguistiques.....	7
LECTURE DU <i>PINYIN</i>	9
LES UNITÉS DE MESURE DANS LE MANUSCRIT.....	11
INTRODUCTION.....	15
ARCHÉOLOGIE D'UN TEXTE EXCAVÉ.....	17
1-1. Les textes transmis et excavés.....	17
1-2. La restitution du texte.....	24
1-2-1. <i>La retranscription d'une écriture manuscrite</i>	24
1-2-2. <i>La ponctuation</i>	27
1-3. Comprendre et traduire le manuscrit.....	30
1-3-1. <i>La pratique mathématique que reflète le manuscrit</i>	30
1-3-2. <i>L'arrangement du manuscrit en sections</i>	33
1-3-3. <i>Les éditions et les traductions du manuscrit</i>	35
LANGUE ORDINAIRE ET JARGON MATHÉMATIQUE.....	39
2-1. Les éléments syntaxiques et lexicaux.....	39
2-1-1. « Yi 以 » : <i>but et moyen</i>	39
2-1-2. « Zhī 之 » : <i>pronom, détermination et thème</i>	41
2-1-3. « Zhě 者 » : <i>nominalisation</i>	42
2-1-4. « Èr 而 » : <i>thématisation et conjonction</i>	42
2-1-5. « Jībē 幾何 » : <i>l'interrogatif « combien »</i>	44
2-1-6. « Yě 也 » : <i>attribut et thème</i>	44
2-1-7. « Jí 即 » : « <i>alors</i> ».....	46
2-1-8. « Yì 亦 » : « <i>de même</i> ».....	46
2-1-9. « Jīn 今 » : <i>actualisation</i>	46

2-1-10. « <i>Lìng 令</i> » : <i>causatif et conditionnel</i>	47
2-1-11. « <i>Qíú 求</i> » : <i>requêtes, causatif et conversions</i>	49
2-1-12. « <i>Wéi 為</i> » : <i>verbe ou copule</i>	50
2-2. <i>Dire les nombres</i>	50
2-2-1. <i>Nommer les entiers</i>	50
2-2-2. <i>Les usages particuliers du numéral {1}</i>	51
2-2-3. <i>Les fractions propres et les fractions composées</i>	52
2-2-4. <i>Les rapports, les prix et les taux</i>	56
2-3. <i>Parler des calculs</i>	57
2-3-1. <i>L'addition</i>	57
2-3-2. <i>La multiplication</i>	58
2-3-3. <i>La soustraction</i>	60
2-3-4. <i>La division</i>	60
2-4. <i>Maniement des unités de mesure</i>	62
2-4-1. <i>Les échelles métrologiques et les conversions</i>	62
2-4-2. <i>Le temps</i>	64
2-4-3. <i>Les masses</i>	64
2-4-4. <i>Les longueurs</i>	64
2-4-5. <i>Les aires</i>	65
2-4-6. <i>Les capacités et les volumes</i>	66
2-4-7. <i>Le cas de « <i>shí 石</i> »</i>	66
2-4-8. <i>L'évitement des unités quotients</i>	67

LA VIE MATÉRIELLE AU DÉBUT DE LA DYNASTIE HAN.....69

3-1. <i>Les bâtonnets de calculs</i>	69
3-2. <i>Les échanges financiers</i>	75
3-2-1. <i>Les pièces de monnaie</i>	75
3-2-2. <i>Les prix</i>	76
3-2-3. <i>Les emprunts financiers</i>	77
3-3. <i>Les matériaux, l'artisanat et l'organisation</i>	77
3-3-1. <i>Les métaux : or et bronze</i>	77
3-3-2. <i>Une préparation à base de gras</i>	78
3-3-3. <i>Les peaux et les fourrures</i>	79
3-3-4. <i>Les plumes et les flèches empennées</i>	79

3-3-5. <i>La filière du bambou</i>	80
3-3-6. <i>La laque</i>	82
3-3-7. <i>La soie</i>	83
3-3-8. <i>Le chanvre</i>	84
3-3-9. <i>Le tissage des fibres textiles</i>	85
3-3-10. <i>Le transport et la division du travail</i>	85
3-3-11. <i>La gestion féodale des terres agricoles</i>	86
3-4. <i>Les céréales</i>	87
3-4-1. <i>Le millet</i>	89
3-4-2. <i>Le riz</i>	91
3-4-3. <i>Le blé</i>	93
3-5. <i>Le chènevis ou sésame, le soja et les pois rouges</i>	94
3-6. <i>Les valeurs d'échanges des grains</i>	95

TRADUCTION COMMENTÉE DU MANUSCRIT.....	97
4-1. <i>Se multiplient entre eux</i>	98
4-2. <i>Multiplication des fractions</i>	104
4-3. <i>Multiplication</i>	105
4-4. <i>Variations des fractions</i>	109
4-5. <i>Si l'on doit prendre 1/2 d'une fraction</i>	110
4-6. <i>Moitiés de fractions</i>	112
4-7. <i>Simplification de fractions</i>	113
4-8. <i>Somme de fractions</i>	116
4-9. <i>Partage en parts égales</i>	123
4-10. <i>Retrait d'or</i>	126
4-11. <i>Achat de bois en commun</i>	129
4-12. <i>Un renard passe la douane</i>	132
4-13. <i>Peaux de renard</i>	134
4-14. <i>Paiement en millet décortiqué</i>	136
4-15. <i>Le tissage d'une femme</i>	138
4-16. <i>Taxe globale</i>	142
4-17. <i>Prix de l'or</i>	147
4-18. <i>Pilage du millet</i>	149
4-19. <i>Déperdition du bronze</i>	151

4-20. Chevaux de relais	153
4-21. Tisserandes.....	155
4-22. Flèches empennées.....	160
4-23. Coût de la laque	161
4-24. Coupon de soie	163
4-25. L'argent des intérêts.....	166
4-26. Hydratation de la laque	167
4-27. Champ d'impôt	170
4-28. Normalisation du bambou.....	172
4-29. Médecin.....	176
4-30. Taux pour un « shí »	178
4-31. Acquisition de sel.....	180
4-32. Soie écrue et soie décreusée.....	182
4-33. Préparation à base de gras.....	183
4-34. Prélèvements d'impôts	187
4-35. Déperdition sur la taxe	191
4-36. Normalisation du grain	193
4-37. Prélèvement de chanvre.....	196
4-38. Bordereau non conforme	198
4-39. Bordereau de taxation non conforme	201
4-40. Millet poli et millet affiné.....	203
4-41. Déperditions.....	211
4-42. Du millet égrené contre du millet décortiqué	215
4-43. Change de millet égrené en millet décortiqué (1)	217
4-44. Change de millet égrené en millet décortiqué (2)	219
4-45. Change de millet décortiqué en millet égrené.....	221
4-46. Mélange de millet décortiqué et égrené.....	222
4-47. Mélange de millet égrené et de millet décortiqué	225
4-48. Transport de charbon de bois.....	230
4-49. Tubes de bambou	233
4-50. Empennage des flèches.....	236
4-51. Voyage.....	237
4-52. Partage de pièces	240
4-53. Prix du millet décortiqué.....	242

4-54. Rampe [d'accès d'une tombe].....	250
4-55. Volume biseauté.....	253
4-56. Grenier à paille.....	255
4-57. Cône de grain.....	258
4-58. Toit d'un grenier à grain.....	261
4-59. Tronc de cône.....	263
4-60. Puits et troncs.....	265
4-61. Découpe d'un carré dans un disque.....	268
4-62. Découpe d'un disque dans un carré.....	270
4-63. Bois rond.....	272
4-64. Extraction d'une largeur.....	274
4-65. Extraction d'une longueur.....	276
4-66. Réduction d'une largeur.....	281
4-67. L'étendue d'un rectangle.....	297
4-68. Côté d'une surface carrée.....	300
4-69. Superficies en l^2 [carrées].....	302
 CONCLUSION.....	 309
 BIBLIOGRAPHIE.....	 311

