Aperçu sur l'histoire des mathématiques en Chine ancienne dans le contexte d'une histoire internationale

Karine CHEMLA

Remarques préliminaires :
L'histoire des sciences en Chine : comment ? pourquoi ?

Joseph Needham aimait à rappeler les avertissements qu'il avait reçus des sinologues, dans les années quarante de ce siècle, alors qu'il s'apprêtait à se lancer dans l'étude de l'histoire des sciences et des techniques en Chine : inutile de poursuivre dans cette direction, lui conseillèrent-ils, vous ne trouverez rien qui vaille ! La sinologie se penchait à l'époque sur l'histoire générale de la Chine, sur la poésie ou les arts chinois... Mais s'il semblait évident que les Chinois étaient de fins poètes ou des artistes raffinés, on pouvait les tenir pour de piètres scientifiques. Pire : la civilisation chinoise pouvait paraître, au cours de ses milliers d'années d'existence, n'avoir rien produit qui mérite de retenir l'attention des historiens des sciences. Ce n'était pas de la simple ignorance : au début de ce siècle, le jésuite belge Louis Van Hée étala au long d'une série d'articles son mépris envers le « mathématicien jaune », comme il l'appelait, dépourvu selon lui de toutes les qualités qui signalent un véritable scientifique.

Science and civilisation in China comporte aujourd'hui plus de quinze gros volumes. Joseph Needham est décédé en 1995 sans avoir vu l'achèvement du projet[1]. L'entreprise se poursuit néanmoins grâce aux contributions de nombreux sinologues. Et la figure de la sinologie a elle-même globalement changé puisque l'on trouve maintenant, tout particulièrement en France, à côté de ceux qui travaillent sur la langue, la poésie, la musique, la philosophe, la céramique, l'histoire, les religions, etc., en Chine, des chercheurs qui se consacrent aux mathématiques, à l'astronomie, à la médecine, à la botanique, aux techniques.

Et puisque plus de quinze gros volumes de *Science and civilisation in China* il y a, s'étalant sur les rayons de nombreuses bibliothèques occidentales, les idées ont un peu changé. À vrai dire, l'ouvrage parle surtout par sa taille. Je crains qu'il ne soit

---

[1] Voir le guide bibliographique aux œuvres de Joseph Needham en appendice de cet article.

peu lu. Mais nous sommes désormais tous prêts à reconnaître qu'il dût bien y avoir en Chine quelque chose qui puisse tomber sous les rubriques de sciences et de techniques. Ne nous y trompons cependant pas : l'existence de cette encyclopédie ou d'autres travaux n'a pas fait muter de manière radicale la représentation globale que l'on donne encore trop souvent, en Occident, de l'histoire des sciences. À la question qui se pose de savoir comment concevoir aujourd'hui l'histoire des sciences sur la planète, maintenant que nous disposons de ce nouveau savoir sur la Chine, les réponses qu'il m'a été le plus souvent donné de rencontrer, simples ajustements, n'altèrent en rien les principaux caractères des anciennes représentations. Je les classerai en deux familles.

Selon les conceptions du premier type, les sciences se seraient développées dans des bulles, étanches les unes aux autres – la bulle « occidentale », les bulles « chinoise », « indienne », « arabe », voire « orientale » –, avant que la science « occidentale » ne devienne internationale et ne réduise les autres traditions à l'état de savoirs parallèles, exotiques, les éjectant hors du cours de l'histoire. C'est en fait l'hypothèse implicite dont procède la question qu'on m'adresse régulièrement : « Ah, vous travaillez sur les mathématiques en Chine. Les mathématiques chinoises sont-elles différentes des nôtres ? »

Pour les conceptions du second type, à supposer que la science n'ait été qu'une à la surface de la planète, il semble acquis qu'elle soit essentiellement, voire par nature, « occidentale », que le front pertinent de la recherche se soit déplacé d'Athènes et Alexandrie à l'Europe. Certes il y a eu Babylone et l'Égypte au second millénaire avant notre ère. Mais leurs productions se trouvent renvoyées au rang de premiers balbutiements. Certes il y a eu les Arabes au Moyen-Âge. Mais lorsqu'ils ne sont pas réduits au rôle de transmetteurs, l'on entend souvent, et sans le moindre fondement, qualifier leurs activités scientifiques d'essentiellement pratiques. Certes, il y a eu l'Inde et la Chine, et l'on est prêt à concéder que l'Inde n'a pas seulement donné le jour à des gourous, ou la Chine à des poètes. Mais, est-ce un hasard ?, l'on entend encore répéter qu'Indiens comme Chinois ne s'intéressaient qu'à l'efficacité. Entendez : la « Vraie Science » est spéculative. Peut-être tous ces gens ont-ils eu des activités scientifiques, mais elles étaient essentiellement tournées vers la pratique. Seul l'Occident a su développer la « Vraie Science », l'expression se voyant en permanence redéfinie quand il s'agit de mieux permettre de démarquer l'Occident des « autres ».

J'ai eu à parler d'histoire des mathématiques en Chine devant de nombreux auditoires, et je peux témoigner de la persistance de ces préjugés. Si j'évoque ici ces expériences, ce n'est pas seulement parce qu'elles révèlent les dimensions politiques à l'œuvre en histoire des sciences. Ce n'est pas non plus seulement parce qu'elles indiquent la nature des discours occidentaux sur la Chine dont les intellectuels chinois sont conscients. C'est également parce que cet état de fait a eu, a encore des conséquences sur la pratique de l'histoire des sciences en Chine, en Inde ou dans le monde arabe. Le cas de Joseph Needham le montre à l'évidence.

Certes la représentation qu'il a tenté d'imposer de l'histoire mondiale des sciences est radicalement différente : convaincu comme il l'était du fait que la science moderne était par essence internationale, qu'elle s'était constituée grâce à des apports de toutes les traditions scientifiques de la planète, Needham évoque à de multiples reprises, dans ses écrits, les vives réactions que suscitent ses exposés chez les tenants occidentaux des conceptions que nous esquissions précédemment. Frappé par leur côté stéréotypé, il s'est même amusé à développer une typologie des protestations de ceux pour lesquels il est douloureux de concéder une priorité chinoise en matière de science ou de technique, s'il faut corrélativement renoncer à s'enorgueillir de ladite découverte comme d'une preuve supplémentaire de la supériorité de l'Occident. Mais Needham est conscient de ce que cette situation l'amène à opter pour une pratique très spécifique en histoire des sciences : déterminer l'apport à la science moderne qui nous vient de Chine, revendiquer des priorités. À ceux qui nient l'existence d'une science en Chine, il s'agit d'opposer la liste des antécédents chinois, avant, dans le meilleur des cas, d'établir la route par laquelle ces idées se sont frayé un chemin vers l'Ouest. Et de se multiplier les conclusions à la syntaxe répétitive : telle invention, tel concept, tel résultat étaient connus en Chine tant de siècles avant d'apparaître en Occident. Conclusions au service d'une même thèse : La science est une et elle n'est pas seulement occidentale.

Face à ceux qui croient pouvoir démontrer la supériorité de l'Occident sur les autres civilisations en arguant de la science, s'élèvent désormais, en réaction, les avocats, de la Chine en l'occurrence, qui défendent la grandeur de la civilisation de l'Empire du milieu avec les mêmes arguments. L'histoire des sciences se voit transformée en champ de batailles, un phénomène qui se généralise avec le développement des études sur les sciences en Inde, dans le Monde arabe, au Japon, etc. Les conséquences ne s'en font pas sentir sur le seul plan de l'érudition. Joseph Needham s'est occupé de politique scientifique : c'est à lui que nous devons, dit-on, le S dans le sigle UNESCO. Et il pensait devoir tirer argument de la contribution des différentes civilisations au savoir scientifique contemporain pour établir le droit égal pour tous d'accès aux bénéfices de la science. Il me paraît peu souhaitable que l'histoire des sciences soit mise à contribution pour déterminer l'octroi de tels droits.

Ne serait-il pas salutaire, au contraire, de soustraire les études sur les sciences à ce champ de batailles, même si nous ne pouvons pas oublier ceux en réaction auxquels pareilles manières de faire se sont imposées ? S'il nous faut consciemment résister aux mécanismes qui acculent à cette pratique de l'histoire des sciences, c'est tout d'abord parce qu'elle est intellectuellement indéfendable. En effet, elle consiste à s'armer de concepts, de résultats contemporains pour partir à la pêche de leurs premières occurrences dans les sources anciennes. Cette pratique est en général peu sensible à ce en quoi ces premières occurrences diffèrent de leurs avatars contemporains. Elle se trouve ainsi portée à les déformer et à les couper d'un contexte qui leur donne sens. Par voie de conséquence, pratiquer l'histoire des sciences de la sorte, c'est rendre difficile la tâche d'appréhender l'historicité des concepts et des manières de faire des scientifiques ; c'est se mettre en position de ne plus pouvoir poser la question des rapports entre des activités scientifiques données et les cultures au contact desquelles elles se développent. Cet avertissement nous vient ici par le biais de l'histoire des sciences en Chine, mais il vaut bien plus généralement comme en témoignent les critiques formulées jadis par Georges Canguilhem à l'encontre de la course aux « précurseurs » et mises au travail par R. Rashed dans ses écrits sur les mathématiques en arabe.

Si donc ce n'est pas pour établir les priorités chinoises que nous devons en premier lieu travailler sur l'histoire des sciences et des techniques, quels objectifs autres assigner à ces recherches ? Tout en reprenant le cadre général proposé par Needham qui voit en la science moderne une entité à caractère international, je plaiderais volontiers pour l'idée que, si l'étude des traditions scientifiques qui se sont déployées en Chine revêt un intérêt considérable, c'est en tant qu'elles nous donnent à observer certains des régimes d'activité scientifique qui se sont élaborés à la surface de la planète. Par « régime d'activité scientifique », j'entends un ensemble constitué de modes de transmission, de manières de travailler (par exemple avec une table à calculer ou avec des problèmes), de réseaux de concepts, de résultats, de théories, le tout étant mobilisé en vue de résoudre des questions déterminées. Si nous nous assignons comme objectif de comprendre l'activité scientifique en tant que telle, chacune de ces expériences, qu'elle soit chinoise, ou autre, quelle que soit l'époque à laquelle elle s'est déroulée, pour peu qu'elle soit étudiée dans ses dimensions cognitives, sociales, institutionnelles, économiques, peut apporter des éléments précieux d'informations en toute généralité.

Par la confrontation de ces diverses expériences, on peut jeter un jour sur les manières dont l'activité scientifique se nourrit des cultures au contact desquelles elle se déploie, sur les différents régimes qu'elle a connus en des temps et des lieux divers. L'intérêt n'en est pas seulement d'anthropologie générale. On peut espérer qu'une politique scientifique bénéficie d'une réflexion sur les facteurs qui accompagnent parfois un soudain développement, parfois un rapide déclin de l'activité scientifique.

Avant d'esquisser la forme que, je crois, pourrait prendre un tel programme sur le cas de l'étude des mathématiques en Chine, je m'arrêterai cependant sur une difficulté qu'il soulève. Ce programme peut paraître plus satisfaisant intellectuellement qu'une simple quête de la contribution chinoise, ou indienne ou encore arabe, au savoir contemporain, telle que Joseph Needham l'a menée. Se démarquer de la pratique de l'histoire des sciences pour laquelle Needham a opté nécessite cependant de bien en mesurer au préalable les avantages et de tâcher de n'en perdre aucun. Il serait par trop léger de ne retenir de sa position que la naïveté dont il semble témoigner lorsqu'il se concentre sur la constitution du savoir moderne, paraissant oublier que science n'est pas synonyme de progrès ou de savoir cumulatif. On peut penser que l'expérience des premières décennies de ce siècle a été déterminante dans le choix de Needham d'adopter une démarche qui mettait en valeur ce qui, des élaborations chinoises, avait vocation à l'universel. Les antagonismes entre sciences dites française, anglaise ou allemande, qui ont précédé la première guerre mondiale, en écho aux pires nationalismes, les délires sur les sciences « aryenne » et « juive » qui ont amené à la destruction quasi totale de la science en Allemagne n'ont-ils en rien influencé Needham ? Il savait d'expérience qu'admettre d'une science qu'elle porte les couleurs d'une communauté, surtout lorsque celle-ci renvoie à une nation ou à une civilisation, présentait des dangers politiques. Et sa pratique de l'histoire des sciences avait la propriété de mettre en évidence des faits peu exploitables par ceux qui voudraient parler d'une science irréductiblement chinoise.

Au contraire, un programme de travail visant à montrer ce en quoi les activités scientifiques menées en Chine présentent la marque d'une couleur locale est mal défendu contre de telles dérives ; et Needham l'aurait sans doute lui-même trouvé naïf, aussi bien d'ailleurs parce qu'il prête le flanc à des utilisations idéologiques douteuses que pour sa difficulté à rendre compte du fait – pour aller vite – qu'une fraction est une fraction. Ce programme met en effet en évidence des « traditions locales » au sens où les manières de travailler et les questions posées en orienteraient les résultats produits et les concepts élaborés. Certes ceux-ci, *a priori* fluides, se déplacent dans des espaces géographiques, sociaux, comme dans le temps. Mais sitôt construites, ces traditions peuvent être figées et deviennent disponibles pour qui veut construire avec leur aide l'identité d'un groupe ou d'une civilisation. L'exemple contemporain, en Inde, de l'élaboration d'une science traditionnelle védique par opposition à la science moderne, conçue comme occidentale, montre que ces dangers ne sont pas de l'ordre du fantasme.

Tel est donc le défi devant lequel nous sommes placés : il nous faut satisfaire aux deux exigences : montrer comment une pratique scientifique peut être singulière, tout en produisant des résultats à caractère universel, résultats dont certains ont d'ailleurs circulé de par la planète et ont contribué à la constitution du savoir moderne. Il nous faut, en un mot, comprendre comment la science s'est constituée, se constitue en fait toujours et partout, sur fond de singularités.

Une fois ce cadre théorique posé, ces avertissements lancés, je vais tenter de montrer, assez rapidement, comment ces deux exigences peuvent s'appliquer au cas de l'histoire des mathématiques en Chine. J'esquisserai pour ce faire, dans un premier temps, le profil du cours principal pris par le développement des mathématiques en Chine, à travers un examen des sources parvenues jusqu'à nous. Le second temps soulignera quelques caractéristiques de cette activité mathématique en Chine – en évoquant ses dimensions spéculatives, les intérêts qui ont pu présider à la menée des recherches, et les singularités des modes de travail – tout en gardant en vue la manière dont ces résultats, cette activité se sont intégrés au paysage d'une histoire internationale des mathématiques[2].

Aperçu d'une histoire des mathématiques en Chine

Les premiers textes chinois consacrés aux mathématiques qui nous soient parvenus datent de la dynastie Han (202 avant notre ère-220 après notre ère). Avec l'unification de l'Empire, la consolidation de la bureaucratie, l'on assiste dans de nombreux domaines du savoir à un travail de synthèse, de mise en ordre des acquis antérieurs. C'est à un tel processus que l'on doit sans doute la compilation de l'ouvrage qui deviendra *le* classique par excellence de la tradition mathématique chinoise : *Les neuf chapitres sur les procédures mathématiques* (dont le titre sera par la suite abrégé en *Les neuf chapitres*). Alors qu'il était appelé à exercer une influence cruciale sur la majeure partie des mathématiciens en Chine pour des siècles – on en trouve encore la marque dans des manuels d'enseignement utilisés dans les campagnes au début du XXe siècle –, on ne sait quasiment rien des circonstances précises qui présidèrent à sa rédaction. Un ouvrage mathématique trouvé en 1984 dans une tombe datant des Han, le *Suanshushu*, dont on attend encore à l'heure d'aujourd'hui la publication, nous renseignera sans doute sur la manière dont les compilateurs se sont servis des livres antérieurs pour composer *Les neuf chapitres*. Mais les archéologues qui en promettent depuis un certain temps la parution d'un jour à l'autre interdisent jalousement toute consultation de ce document, et il ne nous reste qu'à espérer de ne pas avoir à attendre aussi longtemps qu'il est trop souvent de règle avec ce type de document.

Toujours est-il que *Les neuf chapitres sur les procédures mathématiques* devinrent le classique auquel reviendront nombre de mathématiciens chinois ultérieurs. Ce trait lui a valu de voir son rôle comparé, pour les traditions mathématiques qui se sont exprimées en caractères chinois, à celui joué par les *Éléments de géométrie* d'Euclide en Occident. Jetons un coup d'œil sur son contenu. Son premier chapitre, « Champs rectangulaires », propose des algorithmes pour effectuer les opérations arithmétiques de base sur les fractions. Il s'agit là, à ma connaissance, du document le plus ancien conservé à traiter de manière systématique l'arithmétique de fractions conçues comme le couple d'un numérateur et d'un dénominateur[3]. Pour l'ensemble des procédures permettant de déterminer l'aire de surfaces à bords rectilignes ou circulaires, que ce premier chapitre décrit ensuite, je renvoie à mon autre article dans ce volume. La règle de trois et l'algorithme pour le partage en parts inégales auxquels le

---

[2] Deux ouvrages en français et en anglais permettent aujourd'hui au lecteur de langue occidentale d'avoir un aperçu global sur l'histoire des mathématiques en Chine : [Li Yan, Du Shiran 1987] et [Martzloff 1987/1997]. Les indications bibliographiques données ci-après proposent quelques autres titres pour permettre au lecteur d'approfondir les thèmes qui ne pourront, ici, qu'être esquissés. Elles ne prétendent en aucun cas à l'exhaustivité, et le lecteur trouvera dans les articles indiqués des bibliographies plus systématiques sur les thèmes en question.

[3] Voir [Benoit, Chemla, Ritter 1992].

second et le troisième chapitres sont consacrés, donnés en termes abstraits et en dehors du cadre de tout problème, sont conçus par le commentateur comme des procédures fondamentales et de la plus grande généralité, qui permettent de rendre compte de la correction et du sens de nombreux algorithmes contenus dans *Les neuf chapitres*. Le chapitre 4 propose des algorithmes rédigés de manière particulièrement subtile pour extraire les racines carrées ou cubiques de nombres entiers ou fractionnaires, dans la mesure où ils décrivent les opérations à pratiquer sur la table sur laquelle se pratiquaient tous les calculs – nous y reviendrons –, en recourant à des itérations, à des conditionnelles et à des assignations de variables[4]. De plus, au cas où l'extraction de la racine carrée d'un entier N ne parvient pas à bout de ce nombre lorsque l'algorithme en arrive à la détermination du chiffre des unités de la racine, *Les neuf chapitres* prescrivent de donner le résultat sous la forme d'un irrationnel quadratique[5] « côté de N » ou $\sqrt{N}$. C'est dans le contexte de problèmes de travaux publics ou de problèmes d'entrepôt de grain que le chapitre 5 fournit des procédures pour calculer le volume des formes les plus classiques. De même, sous le titre « Paiement égalitaire de l'impôt en fonction du transport », le chapitre 6 aborde des algorithmes requérant des combinaisons de règles de trois ou de partages inégaux. C'est du moins la manière dont les commentateurs de l'ouvrage lisent l'enjeu du chapitre. Les règles de fausse double position auxquelles le chapitre 7 est entièrement consacré, elles aussi décrites de manière particulièrement subtile du point de vue algorithmique, auront une influence considérable d'Est en Ouest, puisqu'avant la domination définitive de techniques d'algèbre élémentaire, elles permettront, tant en Chine que dans le Monde arabophone ou en Europe, la résolution de multiples problèmes numériques[6]. C'est le chapitre 8 qui a sans doute le plus retenu l'attention des historiens : dédié à la résolution des systèmes de n équations à n (voire $n + 1$) inconnues, il tourne autour d'une unique procédure, communément dénommée « algorithme du pivot de Gauss ». Les besoins de l'application de la procédure conduisent les auteurs des *Neuf chapitres* à introduire des marques positives et négatives. Si le chapitre 8 décrit certainement les manières de faire entrer ces nombres d'un nouveau type dans les calculs permettant la résolution de systèmes d'équations linéaires, il faut toutefois distinguer ces quantités des nombres positifs et négatifs tels que nous les concevons[7]. Enfin, *Les neuf chapitres* s'achèvent sur un chapitre traitant des multiples applications du « théorème de Pythagore » – ici énoncé sous forme d'algorithme. J'y relèverai simplement l'occurrence d'une équation quadratique dans la résolution de l'un des problèmes : le concept singulier d'équation algébrique qui y apparaît fournira le cadre dans lequel leur théorie se développera, à l'exclusion de tout autre, jusqu'au XIII^e^ siècle en Chine[8].

---

4 [Chemla 1987].
5 [Chemla 1992a].
6 [Chemla 1997a].
7 [Chemla 1992b & 1994a].
8 [Chemla 1992c & 1994a].

Arrêtons-nous ici sur quelques points plus généraux. On l'aura déjà compris, à la différence des *Éléments de géométrie* d'Euclide, *Les neuf chapitres* présentent les connaissances mathématiques dans le contexte de problèmes, sous forme de procédures de calcul, ou algorithmes, et non pas sous forme de théorèmes. Est-ce en raison du fait que ses auteurs visent la seule efficacité, comme des historiens ont été tentés de le conclure ? Est-ce en raison du fait que, délivrées sous forme de prescriptions, les mathématiques peuvent être aussitôt appliquées dans le contexte de diverses activités concrètes ? Il est certain que plusieurs de ces algorithmes furent élaborés en relation étroite avec les besoins de la bureaucratie. Si nous reprenons le cas du chapitre 6, son titre « Paiement égalitaire de l'impôt en fonction du transport » emprunte le nom d'une mesure économique concrète en faveur de laquelle le Chambellan du trésor national (*Dasinong*) Sang Hongyang, doué pour les mathématiques à ce qu'en disent les éléments de sa biographie, se prononce en 110 avant notre ère[9]. L'adéquation entre les problèmes que cette administration devait résoudre (gestion des grains, répartition de l'impôt, émission des unités de mesure standard, distribution des paies) et de multiples procédures que proposent *Les neuf chapitres*, les nombreuses mentions, dans les sources, de praticiens des mathématiques ayant travaillé dans ce secteur de la bureaucratie, la citation même du titre des *Neuf chapitres* sur un étalon de mesure émis par ces fonctionnaires viennent étayer l'hypothèse qu'au moins certains des algorithmes étaient mis en pratique par ceux-là mêmes qui les avaient sans doute produits. Cependant il est des raisons de penser que ce choix de couler les mathématiques sous la forme de problèmes et de procédures ne renvoie pas à la seule pratique, mais également à des options théoriques[10]. Si les algorithmes ont pu faire l'objet d'applications pratiques, cela n'est en rien par principe en contradiction avec le fait qu'ils ont donné lieu à des développements théoriques. Le simple fait qu'ils soient le plus souvent exprimés en toute généralité nous en fournit un premier indice.

Seconde remarque, les algorithmes que décrivent *Les neuf chapitres* s'appuient régulièrement sur une représentation positionnelle décimale des nombres sur la table à calculer où se pratiquent les opérations, sans que l'ouvrage revienne explicitement sur sa description, apparemment considérée comme acquise. La thèse la plus courante veut que ce système ait pris naissance en Inde. Or l'ouvrage indien de mathématiques le plus ancien à en exposer les principes, l'*Aryabhatiya*, daterait de la fin du sixième siècle. Est-ce à dire que la lecture des *Neuf chapitres*, qui furent composés, eux, au plus tard au début de notre ère, devrait nous amener à contredire le compte-rendu usuel de l'histoire du système positionnel décimal ? Sans doute, mais non pas pour affirmer désormais que ce système est né en Chine. L'état des sources qui sont parvenues jusqu'à nous pourrait nous interdire à tout jamais de déterminer avec précision le lieu de naissance de ce système. Au lieu donc de nous obstiner à

9 [Chemla 1997b].
10 [Chemla 1997b].

répondre à la question de « priorité », sans doute insoluble, il semble plus raisonnable, en l'état actuel de nos connaissances, de tirer de nos sources des conclusions d'une autre nature, moins exposées à la réfutation : remarquons en effet que les documents chinois et indiens les plus anciens que nous pouvons consulter partagent une même arithmétique. C'est dire qu'il a dû y avoir entre ces deux régions des contacts assez étroits pour que les connaissances mathématiques de base soient similaires.

Cependant, une caractéristique de ce système entre plus particulièrement en résonance avec l'ensemble du corpus mathématique de la Chine ancienne : la position y reçoit une signification mathématique, puisque chaque chiffre verra sa valeur déterminée par la place qu'il occupe dans la suite de signes qui représente un nombre. Or cette propriété se présente de manière récurrente dans les productions mathématiques chinoises entre les débuts de notre ère et le XIVe siècle. Dès *Les neuf chapitres*, les systèmes d'équations linéaires sont représentés de manière telle que leurs coefficients tirent leur signification de la place à laquelle ils sont disposés sur la table à calculer. Plus tard, au XIIIe siècle, équations algébriques comme polynômes seront eux aussi écrits à l'aide d'une notation positionnelle[11]. Voici donc une spécificité sur le temps long, qui renvoie à des particularités de la pratique mathématique et qui affecte divers types d'objets mathématiques. C'est de configurations de ce type que l'étude de traditions locales, au sens où je la définissais dans la première partie de ce texte, doit tenter de rendre compte – j'y reviendrai.

Ainsi donc, du moins à première vue, *Les neuf chapitres* se composent de problèmes et de procédures, sans sembler se préoccuper d'établir leur correction. En conférant à l'un des textes mathématiques anciens le statut de « classique » par excellence, les mathématiciens ne faisaient que se conformer aux manières de faire traditionnelles pour l'ensemble des disciplines en Chine. Et, de même que tous ces autres classiques, *Les neuf chapitres* furent l'objet de commentaires, dont certains, sélectionnés par la tradition, étaient appelés à accompagner le texte dans toutes ses rééditions. Les mathématiques héritèrent donc des milieux lettrés un mode général d'organisation de l'espace écrit. Or les commentaires que rédigent Liu Hui au IIIe siècle et l'équipe sous les ordres de Li Chunfeng au VIIe siècle posent systématiquement la question de la correction des procédures données par le classique. Et l'on y voit à l'œuvre une pratique de la démonstration mathématique, différente dans ses modalités et dans ses motivations des preuves rencontrées, par exemple, dans les *Éléments de géométrie* d'Euclide[12].

Des textes ultérieurs rédigés jusqu'au VIIe siècle, la tradition écrite n'a conservé que l'ensemble de ceux qui seront réunis, avec *Les neuf chapitres*, dans une antho-

[11] Voir [Chemla 1996]. L'ensemble du numéro de la revue où cet article est paru examine l'usage par des lettrés chinois de positions au cours de diverses activités.
[12] Pour la démonstration de la correction de l'algorithme pour calculer l'aire du cercle, je renvoie à mon article dans ce volume. Le lecteur peut également se reporter à [Chemla 1992b, 1997b, (à paraître)], ainsi qu'à l'article dans [Benoit, Chemla, Ritter, 1992].

logie officielle : *Les dix classiques de mathématiques*. Notre connaissance des mathématiques de la Chine ancienne est donc essentiellement limitée, jusqu'à ce que nous puissions consulter les documents découverts par les archéologues, à ceux des ouvrages qui, sélectionnés par les institutions impériales, se sont vu conférer un statut officiel. Ceux-ci reprennent pour l'essentiel les thèmes et les résultats des *Neuf chapitres* et de leurs commentaires, sans grande innovation. La réalisation de cette anthologie renvoie à l'institution, au début de la dynastie Tang, d'une Université de mathématiques ainsi que d'examens spécialisés, puisqu'ils y serviront officiellement de livres de cours et de matière à examen. Les textes administratifs conservés de l'époque décrivent avec beaucoup de détail l'organisation et les programmes de ces institutions, les premières du genre semble-t-il.

Pourtant la formation systématique, officielle de mathématiciens ne s'accompagne, pour autant que l'on puisse en juger, d'aucun développement significatif des connaissances mathématiques. Du moins, c'est ce que laisse supposer le vide documentaire devant lequel nous nous trouvons, puisque nous n'avons plus de traces d'activités originales en la matière jusqu'au début du XIe siècle. Des manuscrits datant des IXe et Xe siècles, retrouvés à Dunhuang en Asie centrale, attestent, pour leur part, qu'une partie des connaissances mathématiques disponibles dans *Les dix classiques de mathématiques* étaient accessibles hors des milieux de Cour, et qu'elles ont circulé fort loin en direction de l'Ouest. L'adaptation des unités de mesure aux conditions locales montre par ailleurs que ces connaissances étaient bel et bien mises en pratique dans la vie économique de l'endroit.

Les traces de reprise de l'activité mathématique sont postérieures à la fondation de la dynastie Song, en 960, après des décennies de morcellement de l'Empire. Les usages de l'imprimerie se multiplient alors, et s'étendront jusqu'aux domaines scientifiques : *Les dix classiques de mathématiques*, et donc *Les neuf chapitres* ainsi que leurs commentaires, font l'objet d'impressions successives (en 1084, puis en 1213) et se voient augmentés de nouveaux commentaires. Plusieurs sources font référence à des recherches mathématiques dont nous n'avons gardé presqu'aucune production, du moins jusqu'à la seconde moitié du XIIIe siècle. De cette période souvent décrite comme l'âge d'or de la mathématique en Chine, en revanche, nombreux sont les ouvrages à nous être parvenus.

Les auteurs en sont issus des contextes sociaux les plus divers : Qin Jiushao appartient au milieu des grands fonctionnaires ; Yang Hui exerce à des niveaux plus modestes, et ses ouvrages font écho aux préoccupations des milieux marchands ; Li Ye est un ermite, qui s'est retiré de la fonction publique suite à l'invasion mongole et qui pratique les mathématiques avec amis et disciples ; Zhu Shijie, quant à lui, est un professeur itinérant qui vit de son enseignement mathématique[13]. Tous font référence

[13] Voir respectivement [Libbrecht 1973], [Lam 1977], [Chemla 1982], [Hoe 1977].

aux *Neuf chapitres*, dont ils reprennent les sujets pour en pousser les développements beaucoup plus loin. Les algorithmes d'extraction de racine et l'algorithme de résolution des systèmes d'équations linéaires inspirent le développement d'algorithmes connus sous le nom de Ruffini-Horner pour déterminer « la » racine d'équations algébriques de degrés variés et à coefficients positifs, négatifs ou nuls. L'usage de polynômes, jusqu'à quatre indéterminées, et de techniques d'élimination offrent des démarches systématiques pour établir les équations propres à résoudre des problèmes donnés. C'est également l'époque où le fameux « théorème des restes chinois », sans doute repris aux procédures des astronomes, reçoit sa forme la plus avancée.

De nombreuses similarités entre les développements mathématiques attestés en Chine et dans le Monde arabe – outre une tradition arithmétique commune, on peut relever l'usage des règles de fausse double position, l'utilisation de l'algorithme de Ruffini-Horner pour extraire des racines $n^{\text{ièmes}}$ ou pour déterminer les racines d'équations algébriques, le recours à des notations positionnelles de polynômes – semblent indiquer la circulation d'items entre les milieux pratiquant les mathématiques dans ces deux régions du monde[14].

La parution du dernier ouvrage de cette époque, forme d'apothéose en 1303, est suivie par une période de régression que l'on peut suivre avec une relative précision. Nous ne sommes plus confrontés à un vide documentaire, qu'il serait impossible de « faire parler ». Quelques ouvrages qui paraîtront au fil des décennies ultérieures attestent d'un oubli croissant des concepts et des algorithmes de l'âge d'or. Ce sont tout d'abord les résolutions des problèmes de congruence, les polynômes à quatre indéterminées qui disparaissent. Puis les polynômes tout court. Certaines techniques de résolution des équations algébriques deviennent opaques, d'autres se dégradent. Tant et si bien qu'au moment où, par l'intermédiaire des missionnaires, des contacts scientifiques intenses vont s'établir entre Europe et Chine, les documents chinois disponibles n'attestent plus des développements les plus importants de l'algèbre du XIIIe siècle. Et c'est dans ce contexte que les jésuites pourront impressionner les érudits chinois, les convaincre, par la science, de la supériorité de la civilisation occidentale.

L'ensemble de cette dernière période pose une question cruciale, récurrente en histoire des sciences : comment des acquis scientifiques en viennent-ils à être oubliés, perdus ? La croyance aveugle en un progrès cumulatif des connaissances apparaît dans les faits bien naïve. Mais il reste à décrire les mécanismes concrets par lesquels une tradition scientifique peut être amenée à sombrer. Cependant, pour importante qu'elle soit, je ne m'arrêterai pas à cette question et reviendrai plutôt à l'examen de caractéristiques de cette tradition mathématique, qui m'amèneront à des aperçus sur les rapports entre spécificités locales et universalité.

14 [Chemla 1992c, 1994b, 1997a].

Spécificités d'une tradition mathématique, universalité de ses résultats

Remontons, pour les besoins de la discussion, en amont du classique Han, *Les neuf chapitres,* dont nous avons vu qu'il se composait de problèmes et de procédures. Afin de mieux saisir l'intérêt qu'ont pu revêtir les procédures aux yeux de leurs praticiens chinois, la nature du travail dont elles ont sans doute fait l'objet, nous nous pencherons sur deux d'entre elles, qui s'avèrent se trouver à la base de tout l'édifice : la multiplication et la division telles qu'elles étaient pratiquées sur la table à calculer.

À supposer que je doive multiplier 23 par 57, il est une procédure générale qui semble avoir été reproduite de texte en texte sans modification en Chine jusques au XIII[e] siècle : c'est elle qui nous intéresse. Elle propose de disposer 23 dans une zone inférieure de la table à calculer, 57 dans une zone supérieure, tous deux le long d'une ligne :

haut	5	7
bas	2	3

Est-ce de par leur inscription sur cette surface ?, est-ce du fait de marques que portait la table elle-même ?, la présence des nombres sur la surface implique que l'espace en soit strié de colonnes à valeur décimale. Il est par suite prescrit, prenant appui sur ces colonnes, de faire progresser 23 vers la gauche d'autant de positions que 57 a de chiffres au-delà des unités :

	5	7
2	3	

Après ce premier mouvement, les transformations débutent : la procédure prescrit de multiplier par 5 successivement 2, puis 3, et de déposer chacun des résultats partiels dans la position du milieu, respectivement au-dessus du chiffre multiplié. Ce qui donne dans notre cas, successivement :

		5	7
1			
	2	3	

		5	7
1	1	5	
	2	3	

À la suite de cette première routine, le chiffre 5 est ôté de la table, l'on fait rétrograder le nombre à multiplier, 23 :

			7
1	1	5	
		2	3

Et la routine reprend, identique à elle-même : l'on multiplie par 7 successivement 2, puis 3, et l'on accumule – c'est le terme qui désignera le produit – chacun des résultats partiels dans la zone médiane, respectivement au-dessus du chiffre multiplié. Ce qui donne successivement :

			7
1	2	9	
		2	3

			7
1	3	1	1
		2	3

L'on répète ainsi l'opération jusqu'à ce que les chiffres du multiplicateur aient tous disparu, le résultat sera alors à prélever dans la ligne du milieu. C'est le cas à ce point de notre exemple :

1	3	1	1
		2	3

Que les chiffres du nombre disposé au-dessus soient progressivement retirés, au fur et à mesure que le nombre du milieu advient, que le nombre d'en-dessous ne soit l'objet d'aucune transformation, mais de simples déplacements, ces remarques n'auraient aucun intérêt si l'algorithme de division dont la diffusion a accompagné au fil des siècles cette procédure pour la multiplication ne présentait un comportement pour une part identique et pour l'autre opposé. Suivons-en en effet le déroulement, en supposant que nous voulions diviser justement 1311 par 23. L'algorithme prescrit de disposer le nombre à diviser dans la zone médiane de la table à calculer, et le diviseur au-dessous de lui, dans la zone inférieure :

1	3	1	1
		2	3

Le point de départ est donc la configuration même sur laquelle la multiplication s'achevait. Le premier geste consiste à faire progresser 23 du plus grand nombre possible de positions vers la gauche tout en restant sous le dividende. Le fait que 13 soit inférieur à 23 implique de rétrograder aussitôt 23 d'une colonne vers la droite avant d'entamer les transformations proprement dites :

1	3	1	1
	2	3	

Là, la division de 131 par 23 produit le chiffre 5, qu'il est proposé de déposer dans la zone supérieure des calculs

		5	
1	3	1	1
	2	3	

avant de multiplier par 5 successivement 2, puis 3, et de retirer chacun des résultats partiels de la position du milieu, respectivement au-dessus du chiffre multiplié. Ce qui donne dans notre cas, successivement :

	5	
3	1	1
2	3	

	5	
1	6	1
2	3	

À la suite de cette première routine, l'on fait rétrograder le diviseur 23 d'un cran vers la droite :

	5	
1	6	1
	2	3

Et la routine reprend, identique à elle-même : le chiffre suivant du quotient, 7, se trouve déposé sur la table :

	5	7
1	6	1
	2	3

L'on multiplie par 7 successivement 2, puis 3, et l'on élimine chacun des résultats partiels de la zone médiane, respectivement au-dessus du chiffre multiplié. Ce qui donne successivement :

5	7
2	1
2	3

5	7
2	3

La fin de l'opération est signalée, dans ce cas, par le vide laissé dans la ligne centrale. Elle le serait également par le fait d'obtenir, au centre, un nombre inférieur au diviseur. Ainsi si nous avions divisé 1312 par 23, la table présenterait à ce point des calculs la figure suivante

5	7
	1
2	3

Dans le premier cas, le résultat est à prélever dans la ligne du dessus, tandis que dans le second, la table serait lue comme produisant le résultat 57+1/23.

Première remarque : des nombres sont disposés en des positions de la table à calculer, et les procédures consistent en un flot d'opérations qui les croisent, les transforment, pour laisser en fin de compte, à même la table, un résultat. Or, un commentaire de Liu Hui nous l'indique[15], les procédures constituent l'une des figures,

[15] [Chemla 1997b].

dans le domaine mathématique, du changement (*bianhua*). Ceci nous incite à considérer avec le plus grand sérieux les multiples citations du *Livre des mutations* (*Yijing*) que contiennent nombre de textes mathématiques depuis les commentaires de Liu Hui jusques aux préfaces des ouvrages mathématiques du XIIIe siècle. Ces références semblent renvoyer à ce classique comme au *locus classicus* sur la base duquel élaborer une réflexion sur les changements en cours dans le réel en général, et dans les mathématiques en particulier. Changements qu'y incarnent en particulier, dans cette discipline, insistons-y, les procédures qui fluent sur les positions de la table à calculer : ainsi, aux possibles intérêts pratiques que présentaient les algorithmes aux yeux des praticiens vient désormais s'adjoindre l'hypothèse qu'un tel matériau a pu servir de base au développement d'une réflexion philosophique sur le changement, à l'intérieur des mathématiques.

Mais revenons à nos algorithmes de multiplication et de division. À les observer de plus près, il apparaît que les manières de les pratiquer sur la table à calculer donnent à voir une opposition dynamique entre les opérations. Si l'on examine en effet les mouvements et transformations de lignes qui réalisent la division, l'on constate que les chiffres du nombre disposé au-dessus sont progressivement ajoutés, au fur et à mesure que le nombre du milieu se retire, tandis qu'à nouveau, le nombre d'en-dessous n'est l'objet d'aucune transformation, mais de simples déplacements. Or, de la multiplication à la division, les nombres situés dans les lignes du dessous ont les mêmes devenirs, présentent la même alternance de mouvements. Ils progressent dans un premier temps, puis régressent régulièrement, et les termes utilisés au moins à partir du Ve siècle pour renvoyer à ces déplacements font écho à un couple d'opérations opposées fondamentales dans le *Livre des mutations* (*Yijing*) : *jin/tui*. En revanche, les deux premières lignes ont des comportements opposés l'un à l'autre à l'intérieur d'une opération, ainsi que d'une opération à l'autre. « Ce que l'on obtient » se trouve au milieu pour la multiplication, au-dessus pour la division. Ici le terme *de* « obtenir » appelle, en négatif, l'opposé qui lui correspond dans le *Yijing* : *shi*, « ce qu'on perd », et qui se trouve au milieu pour la division, au-dessus pour la multiplication[16]. Plus précisément, la ligne du dessus se voit retirer ses chiffres un à un, au cours de la multiplication, tandis qu'elle se les voit ajouter un à un dans la division. Les lignes du milieu, quant à elles, se voient dans un cas ajouter, dans l'autre retrancher le produit d'un chiffre du dessus par le nombre du dessous. Se déroulant tous deux sur trois niveaux (haut/milieu/bas), les processus qui exécutent une multiplication ou une division sont donc, ligne à ligne, calcul à calcul, identiques ou opposés l'un à l'autre. Soulignons cependant que les valeurs intermédiaires au cours des calculs, elles, ne sont pas les mêmes.

16 Liu Hui recourt au même couple de *de/shi* pour décrire l'opposition entre nombres positifs et négatifs au cours de son commentaire au problème 3 du chapitre 8 : « Si deux sortes de nombres représentés par des baguettes, ce qu'on acquiert (*de*) et ce qu'on perd (*shi*), sont opposées (*fan*) l'une à l'autre, il faut se servir de positif et négatif pour les nommer. »

C'est en ce sens qu'une relation d'opposition entre ces deux opérations se lit dans le temps et sur la table à calculer. Elle peut être manifestée grâce à la fixité des positions, à la distribution entre elles des fonctions, de la multiplication à la division ; grâce, enfin, à la manière d'opérer et de décrire les changements qui, advenant dans les lignes, produiront les résultats. Ces lignes présentent ainsi des comportements de base, qui se reproduisent à l'identique ou en opposition d'un algorithme à l'autre ; et ce sont ces éléments qui, par composition, constitueront le changement qu'incarnent les procédures. Notons que cette relation d'opposition se double d'une relation d'inversion : appliquant le processus de division aux positions que laisse sur la table la multiplication, on revient à la configuration initiale, et inversement[17].

Or c'est le recours au même faisceau de conditions (fixité des positions sur lesquelles on distribue les fonctions, façons d'effectuer les changements) par lequel *Les neuf chapitres*, puis les textes ultérieurs, manifestent, chacun à leur manière, la parenté intime entre les algorithmes d'extraction de racine et la division[18]. Dans tous ces algorithmes, tels qu'on les trouve décrits par exemple dans *Les neuf chapitres*, les trois lignes sur lesquelles se pratiquent les calculs, lignes dites du « diviseur », du « dividende », et du « dessus », font l'objet d'événements corrélés à ceux qui affectent les mêmes positions au cours d'une division (progression, régression, avènement, disparition, accroissement, diminution). Ce sont les mêmes comportements dynamiques de base pour les lignes qui se retrouvent d'un algorithme à l'autre. Et ceci fait écho à la terminologie retenue par *Les neuf chapitres* pour prescrire une extraction de racine : « diviser (*chu*) par ouverture de carré », « diviser par ouverture de cube ». L'opposition entre multiplication et division est donnée à voir dynamiquement sur la table à calculer, *de la même manière* que l'est la parenté entre division et extraction de racine.

De ceci, plusieurs conclusions s'ensuivent. Les occurrences répétées de cette manière de faire – utiliser les positions de la table et les événements qui les affectent pour explorer, manifester dans le temps les relations entre les algorithmes – semblent renvoyer à une pratique mathématique concrète, qu'aucun texte, à ma connaissance, ne décrit explicitement : travailler sur le changement à partir de la table à calculer ; en identifier les éléments fondamentaux (comme l'ensemble du comportement d'une ligne au cours d'un algorithme) à l'aide desquels réduire la diversité des procédures. Cette hypothèse permet de rendre compte de la direction prise par le travail sur les algorithmes en Chine ancienne, ainsi que des occurrences répétées de notations positionnelles[19].

---

[17] On n'a peut-être pas jusqu'à présent assez insisté sur cette propriété clef, sur laquelle les commentaires attribués tant à Liu Hui qu'à Li Chunfeng reviennent pourtant souvent.
[18] En ce qui concerne ces opérations et leur rapport entre elles, je renvoie pour les détails et les références bibliographiques à [Chemla 1987 & 1994b].
[19] [Chemla 1996a].

Mais, de plus, que pareille pratique se révèle, c'est dire, par les moyens qu'il s'est donné, qu'un travail s'est effectué sur les rapports entre les opérations. Nous voyons ici se manifester de la sorte deux types de relation : *opposition*, dans le cas de la multiplication et de la division, ou *appartenance à une même classe d'opérations*, toutes désignées du nom de « division » *chu*, dans le cas de l'extraction de racine et de la division. L'on peut penser que les commentateurs ont mis à profit la démonstration mathématique au service de cette recherche[20].

C'est donc, enfin, que le couple de la multiplication et de la division semble avoir joué un rôle central, dans la mesure où leurs déroulements ont pu servir de point de repère pour l'analyse d'autres procès de calcul et, partant, pour l'organisation de l'espace des opérations[21]. C'est ici au niveau de la texture même du déroulement des calculs que s'établissent les rapports entre multiplication et division, et que ces opérations agissent au cœur du travail mathématique. Les suites de changements sur la table à calculer qui effectuent une multiplication ou une division sont composées d'opérations opposées fondamentales (progression, régression, obtention, perte), et d'un élément central à leur fonctionnement que nous nommons aujourd'hui la « table de multiplication ». Il est intéressant de constater que le nom retenu par la tradition chinoise, « procédure du neuf neuf », ne privilégie pas son rapport à la multiplication, mais la situe au soubassement commun que cette dernière opération partage avec la division. Par ailleurs, la préface du commentateur Liu Hui articule également explicitement cet élément au dispositif du *Yijing*, puisqu'il y dit : « Jadis il y eut maître Baoxi, qui […] créa la procédure du neuf neuf (*i. e.* la table de multiplication) pour qu'elle soit en concordance avec les transformations (*bian*) des six lignes (des hexagrammes). »[22] Quoi qu'il faille comprendre de cette mise en relation, nous

---

[20] [Chemla 1992b].

[21] À l'extension des genres de la division, correspond, par inversion, les genres de la multiplication. Ainsi on lit dans le *Xiahou Yang suanjing* (*Classique mathématique de Xiahou Yang*, [Qian 1963], p. 558-9), un livre dont Qian Baocong date la rédaction du VIIIe siècle : « L'ensemble des procédures de calculs comporte cinq multiplications et cinq divisions (par la suite, seules les divisions sont énumérées) : 1. Diviser par un diviseur. 2. Diviser par les *bu* (soit la division pour changer d'unité – voir ci-dessous). 3. La division de la simplification. 4. La division par extraction de racine carrée. 5. La division par extraction de racine cubique. » Ces extensions corrélatives de la division et de la multiplication se poursuivent jusqu'au XIIIe siècle – c'est ce que montre A. Eberhard dans sa thèse (1997) relativement à l'insertion des séries, du côté de la multiplication, dans le paysage mathématique.

[22] L'articulation au *Yijing* se situe à deux niveaux : l'énoncé se greffe sur une citation du « Grand commentaire » du *Classique des mutations* (chapitre 1, second paragraphe), et insère les mathématiques dans la genèse des artefacts culturels ; il met en parallèle les mutations des six lignes, pleines (*yang*) ou brisées (*yin*), qui composent chacun des 64 hexagrammes avec les multiplications des chiffres. Il semble qu'il faille entendre *bian* (transformation), en ce cas, comme la mutation d'une ligne brisée en ligne pleine ou le changement de polarité inverse. Peut-on ici lire une analogie entre le nombre qui se trouverait dans la zone centrale, le long duquel on progresse ou l'on régresse, et un *n*-gramme, déterminé par la parité des chiffres de son développement décimal ? Faut-il comprendre que les multiplications successives de chiffres transforment au long du processus le nombre central et, corrélativement, le *n*-gramme qui lui serait attaché ? Cette hypothèse présenterait l'intérêt de relier la variation continue d'un nombre avec les mutations d'un trait d'un *n*-gramme. Mais il ne serait pas prudent de s'arrêter à quelque interprétation que ce soit, dans l'ignorance du contexte de pratiques divinatoires à base numérique dans lequel le *Yijing* s'inscrit. Il nous suffit pour l'heure de noter la référence au *Yijing*.

retiendrons que les transformations mathématiques élémentaires dont se tissent les opérations macroscopiques sont mises en parallèle avec les transformations des hexagrammes. L'ensemble des ingrédients entrant dans la composition des calculs qui nous intéressent ici se trouvent donc rattachés, d'une manière ou d'une autre, au *Yijing*.

Multiplication et division apparaissent comme deux procédures fondamentales, dont l'opposition, la complémentarité, leur permettent de constituer la diversité des algorithmes par réduction ou par composition. La réalité mathématique serait ainsi constituée de par l'interaction de deux principes opposés mais complémentaires, à l'instar de ce que le *Yijing* laisse voir de tout procès.

Voici esquissé un monde mathématique. Ses options renvoient à un intérêt philosophique pour le changement, qui évoque l'intérêt des géomètres européens du XIXe siècle pour les transformations et constitue une perspective originale sur la réalité mathématique. Ses modes de travail singuliers (nous l'avons vu avec l'usage de la table à calculer) s'articulent à la nature des questions posées. Ses résultats, ses concepts n'en ont pas moins valeur universelle (on peut penser à l'algorithme de Ruffini-Horner, aux notations positionnelles) et appartiennent aujourd'hui à la culture mathématique internationale. Que les outils de conceptualisation, les questions posées, les perspectives sur la réalité mathématique soient des éléments susceptibles de diversité, voilà qui ouvre sur un programme de travail. Collectionnons ces dispositifs. Examinons leur relation à d'autres dispositifs culturels, les manières dont ils entrèrent en relation les uns avec les autres dans le processus de constitution du savoir mathématique contemporain. Nous y trouverons des matériaux pour une anthropologie de la pratique mathématique, pour une politique scientifique internationale et pour une réflexion philosophique.

JOSEPH NEEDHAM : GUIDE BIBLIOGRAPHIQUE

Joseph Needham (ed.) *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, 1954-. Les premiers volumes de cette encyclopédie ont fait l'objet de deux compte rendus substantiels : l'un par Lynn White jr. et Jonathan Spence (*Isis*, 75: 1: 276, (1984), p. 171-189), l'autre par Mark Elvin, Willard Peterson, U. Libbrecht, C. Cullen (*Past and Present*, 87 (1980), p. 17-53).

Trois recueils d'articles de J. Needham sont disponibles en français :

• *La science chinoise et l'Occident*, Collection Points sciences, Le Seuil, 1973 ;

• *La tradition scientifique chinoise*, Collection Savoir, Hermann, 1974 ;

• *Dialogue des civilisations Chine-Occident. Pour une histoire œcuménique des sciences*, choix de textes et présentation par G. Métailié, 1991.

Ce dernier ouvrage comporte une description de l'état d'avancement en 1991 de *Science and Civilisation in China* (p. 11-3). Le lecteur y trouvera également la traduction en français d'une biographie de la première partie de la vie de J. Needham, rédigée par celle qui devait devenir, en 1989, sa seconde épouse : Lu Gwei-Djen, ainsi qu'une liste des écrits de Needham entre 1980 et 1988. Cette bibliographie met à jour celle des publications de J. Needham relatives à l'histoire des sciences et antérieures à 1973, publiée dans M. Teich et R. Young (eds), *Changing Perspectives in the History of Science. Essays in Honour of Joseph Needham*, 1973, ainsi que les compléments apportés par Lu Gwei-Djen dans : Li Guohao, Zhang Mengwen et Cao Tianqin (eds), *Explorations in the History of Science and Technology in China*, Shanghai Chinese Classics Publishing House, 1982, p. 703-720. D. Gazagnadou reprend à la suite de son long entretien avec J. Needham (*Joseph Needham, un taoïste d'honneur, autobiographie & De l'embryologie à la civilisation chinoise*, Éditions du Félin-UNESCO, 1991) l'ensemble de sa bibliographie tandis qu'il donne en ouverture traduction de l'autobiographie que ce dernier fit paraître sous le nom d'Henri Holorenshaw en 1973 (« The making of an Honourary Taoist », in Teich, Miklas, and Young, Robert M. (eds), *Changing perspectives in the History of Science*, p. 1-20, en traduction française : p. 5-35).

Les ouvrages les plus importants en sont :

• J. Needham et Lu Gwei-Djen, *Celestial Lancets. A History and Rationale of Acupuncture and Moxa*, Cambridge University Press, 1980, 432 p.

• J. Needham, *Science in Traditional China*, Harvard University Press, Chinese University of Hong-Kong Press, 1981, 136 p.

• J. Needham et Lu Gwei-Djen, *Transpacific Echoes and Resonances : Listening Once Again*, World Scientific, Singapore, Philadelphia, 1985, 100 p.

• J. Needham, Lu Gwei-Djen, John H. Combridge, John S. Major, *The Hall of Heavenly Records. Korean Astronomical Instruments and Clocks, 1380-1780*, Cambridge University Press, 1986, 204 p.

• J. Needham, Wang Ling, Derek J. de Solla Price, *Heavenly Clockwork. The Great Astronomical Clocks of Medieval China*, Seconde édition, avec un supplément de John Combridge, Cambridge University Press, 1986, 268 p.

BIBLIOGRAPHIE SUR L'HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES EN CHINE

[Benoit, P., Chemla, K., Ritter, J. 1992] *Histoire de fractions, fractions d'histoire*, Birkhäuser, Collection « Science Networks », nº 10, 440 p.

[Chemla, K. 1982] *Étude du livre* Reflets des mesures du cercle sur la mer *de Li Ye*, Thèse non publiée, Université de Paris-Nord, 12 octobre 1982, un fascicule et trois volumes d'appendices.

[Chemla, K. 1987] L'aspect algorithmique récurrent dans les mathématiques chinoises : Paysages d'algorithmes, algorithmes de paysages, in Jean Dhombres (éd.) : *Cahiers d'Histoire et de Philosophie des Sciences, 20*, Société française d'histoire des sciences et des techniques, p. 86-104.

[Chemla, K. 1992a] Des irrationnels en Chine entre le premier et le troisième siècle, *Revue d'histoire des sciences*, XLV, nº 1, p. 135-140.

[Chemla, K. 1992b] Résonances entre démonstration et procédure. Remarques sur le commentaire de Liu Hui (3e siècle) aux *Neuf Chapitres sur les Procédures Mathématiques* (1er siècle), *Extrême-Orient, Extrême-Occident*, 14, p. 91-129.

[Chemla, K. 1992c] De la synthèse comme moment dans l'histoire des mathématiques, *Diogène,* 160, p. 97-114.

[Chemla, K. 1994a] Different Concepts of Equations in *The Nine Chapters on Mathematical Procedures* and in the Commentary on it by Liu Hui (3rd century), *Historia Scientiarum,* 4, nº 2, p. 113-37.

[Chemla, K. 1994b] Similarities between Chinese and Arabic Mathematical Writings (I) : root extraction, *Arabic Sciences and Philosophy*, 4, n° 2, p. 207-266.

[Chemla, K. 1996a] Positions et changements en mathématiques à partir de textes chinois des dynasties Han à Song-Yuan. Quelques remarques, *Extrême-Orient, Extrême-Occident*, 18, p. 115-47.

[Chemla, K. 1997a] Reflections on the world-wide history of the rule of false double position, or : how a loop was closed, *Centaurus*, 39, p. 97-120.

[Chemla, K. 1997b] Croisements entre réflexion sur le changement et pratique des mathématiques en Chine ancienne : Le cas des *Neuf chapitres sur les procédures mathématiques* et de leurs commentaires, in J. Gernet et M. Kalinowski, *En suivant la voie royale*, Mélanges en l'honneur de L. Vandermeersch, Presses de l'École Française d'Extrême-Orient, p. 191-205.

[Chemla, K. (à paraître)] Fractions and irrationals between algorithm and proof in ancient China, *Studies in History of Medicine and Science*.

[Eberhard, Andrea 1997] *Re-création d'un concept mathématique dans le discours chinois : Les « séries » du Ier au XIXe siècle*, Thèse de doctorat, Université de Paris 7 et Technische Universität Berlin, 2 volumes, 288 + XII p. & 176 p.

[Hoe, J. 1977] *Les systèmes d'équations polynômes dans le Siyuan Yujian (1303)*, Mémoires de l'Institut des Hautes Études Chinoises, nº VI, 346 p.

[Lam Lay Yong 1977] *A Critical Study of the Yang Hui Suan Fa, a Thirteenth-century Chinese Mathematical Text,* Singapore University Press, 360 p.

[Li Yan, Du Shiran 1987] *Brève histoire des mathématiques en Chine ancienne* (en chinois), Zhongguo Qinghua Chubanshe, Beijing, 1963. Mis à jour et traduit du chinois en anglais par J. N. Crossley et A. W. C. Lun, *Chinese Mathematics : a Concise History,* Oxford Science Publications, 290 p.

[Libbrecht, Ulrich 1973] *Chinese Mathematics in the Thirteenth Century, the Shu-shu chiu-chang of Ch'in Chiu-shao*, MIT Press, 555 p.

[Martzloff, Jean-Claude 1987] *Histoire des mathématiques chinoises*, Masson, 1987, 376 p. Trad. anglaise : *A history of Chinese mathematics*, Springer, 1997, 486 p.

[Qian Baocong 1963] *Suanjing shishu* (Les dix classiques de mathématiques), Zhonghua Shuju.