LES MANUELS DE GÉOMÉTRIE DE L'ÈRE MEIJI (1868-1912) :
Les témoins d'une révolution de l'enseignement des mathématiques

Marion Cousin
Laboratoire SPHERE, Paris Diderot

En 1853, quand le commodore Perry aborde les côtes japonaises pour ouvrir les routes commerciales vers l'archipel, les autorités n'ont autre choix que d'ouvrir leurs frontières fermées depuis plus de 200 ans. Durant l'ère Meiji, la configuration internationale incite le gouvernement japonais à engager le pays dans un mouvement général de « modernisation » pour éviter la colonisation. Le concept même de modernisation et en particulier de « science moderne » étant lui-même un concept européen, il s'agit de s'aligner sur les modèles européens pour être considéré comme « modernes » et prendre la place de pays colonisateur plutôt que de pays colonisé. Dans le cadre de ce mouvement, les mathématiques occidentales, et en particulier la géométrie euclidienne, sont introduites dans l'enseignement. La rapidité avec laquelle la modernisation du pays a été menée, que ce soit au niveau politique, organisationnel, éducatif, militaire, scientifique ou technique a souvent amené les historiens à étudier cette période de l'histoire moderne japonaise. Néanmoins, ce sujet a peu mobilisé les historiens des sciences en dehors des frontières japonaises, ce qui m'a incitée à me tourner vers l'histoire des mathématiques durant l'ère Meiji. Le cas des mathématiques est particulièrement intéressant : alors que plusieurs études sont menées durant l'époque d'Edo sur les théories scientifiques développées en Europe dans le cadre du mouvement *rangaku* (« études hollandaises »), aucun ouvrage sur les mathématiques n'a été traduit et seuls quelques résultats (par exemple les tables logarithmiques) ont été utilisés dans les études des mathématiques traditionnelles (*wasan* 和算), qui ont énormément de succès à l'époque.

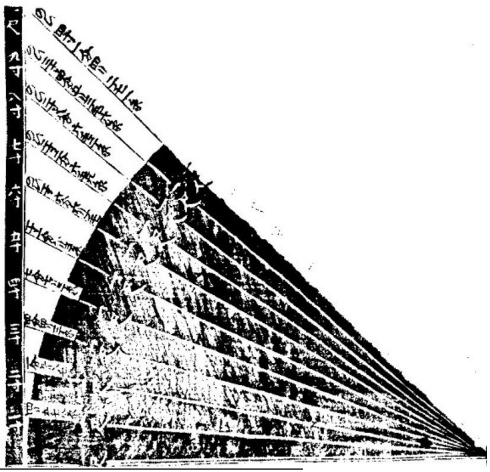
Pour mes études, je pars d'un constat : au début du XXe siècle, un enseignement moderne des mathématiques, inspiré par les modèles d'enseignement européens et américains, est enseigné dans un système scolaire centralisé, depuis les écoles primaires jusqu'aux universités. J'étudie la période de transition, entre les années 1870 (lorsque les premiers manuels sont écrits) et le début du XXe siècle, lorsque l'enseignement des mathématiques « occidentalisées » commence à se stabiliser. Nous allons nous intéresser aux manuels de géométrie rédigés durant cette période. Nous pouvons dès à présent constater que c'est le contexte politique qui incite les autorités japonaises à imposer l'enseignement des modèles occidentaux. Pour schématiser, il ne s'agit bien-sûr pas d'étudier comment les japonais « avant naïfs » se sont adaptés aux « bonnes » connaissances occidentales. Il s'agit d'observer, dans ce contexte politique, social et scientifique, comment les auteurs japonais s'y sont pris pour fournir des écrits adaptés aux nouvelles connaissances que les autorités ont imposées pour l'enseignement. Nous allons voir que la situation est bien plus complexe.

Aujourd'hui, je vais essayer de vous présenter un corpus de manuels qui montre l'évolution des textes utilisés pour l'enseignement de la géométrie dans ce contexte historique. Nous nous concentrerons en particulier sur la question de la langue mathématique pour montrer la complexité du processus d'intégration des connaissances occidentales. Nous comparerons dans un premier temps des extraits d'ouvrages sur les mathématiques traditionnelles et des extraits d'ouvrages importés et traduits au Japon durant l'ère Meiji, pour rendre compte des différences entre les pratiques traditionnelles et les connaissances à importer. Puis nous examinerons des manuels de géométrie élémentaire utilisés dans les « écoles secondaires » (*chūgakkō* 中学校, équivalents japonais de nos collèges) durant l'ère Meiji : après avoir comparé les contextes et les stratégies chinoises et japonaises quant à l'importation des connaissances occidentales, nous nous intéresserons aux tous premiers manuels rédigés durant les années 1870, aux évolutions durant les années 1880 et, enfin, aux manuels réalisés par Kikuchi Dairoku (1855-1917), qui ont métamorphosé la langue mathématique japonaise. Dans un dernier temps, je profiterai de cette venue dans un séminaire organisé par des didacticiens et avec un public de professeurs et futurs professeurs pour échanger avec vous sur les portées didactiques de mon sujet.

I Les études mathématiques à la veille de la Restauration Meiji (1868) : procédures et études métriques dans les écoles de l'époque d'Edo (1603-1868).

Nous allons à présent nous intéresser à différents textes en rapport avec le théorème de Pythagore dans les ouvrages destinés à l'enseignement.

Exemple rapide : extrait du *Jinkōki* (1627) rédigé par Yoshida Mitsuyoshi (1598-1672), ouvrage japonais dont les textes sont très proches des textes chinois du point de vue de la forme et du contenu mathématique. Du point de vue des sujets en revanche, cet ouvrage est adapté au contexte socio-économique japonais et il deviendra le manuel le plus populaire de l'époque d'Edo. Nous allons l'utiliser pour identifier la forme des problèmes et procédures dans la tradition chinoise et au début de l'époque d'Edo :



« On considère un toit dont la distance sur le plan entre le faîte[1] et le bord[2] est de 3 *ken*. Si la hauteur de la pente est de 5 *sun*, on demande la longueur du toit, en incluant le surplus.
C'est 3 *ken* 2 *shaku* 3 *sun* 0685.
○ Procédure : Multiplier 3 *ken* par 6 *shaku* 5 *sun*[3], cela fait 1 *jō* 9 *shaku* 5 *sun*. Multiplier cela par 1 *sun* 1 *bu* 803, la longueur du surplus correspondant à la hauteur de la pente de 5 *sun*[4]. Cela fait 2 *shaku* 3 *sun* 0685 ([5]). Ajouter cela à 3 *ken*. »[6]

1 Le faîte est la ligne de rencontre haute de deux versants d'une toiture
2 Il s'agit d'une traduction littérale. L'auteur mentionne ici de la longueur de la base du triangle rectangle (le côté du triangle représenté en bas sur la figure).
3 1 *ken* = 6 *shaku* 5 *sun*.
4 La longueur du surplus (différence entre la longueur du toit et la longueur de la base) pour un toit dont la longueur de la base est de 1 *shaku* est indiquée sur la figure (longueur de la portion blanche) en fonction de la longueur de la hauteur (la longueur de la hauteur allant de 1 *sun* à 1 *shaku*).
5 Erreur de l'auteur. Il devrait trouver 2 *sun* 3 *bu* 01585.
6 Traduction du problème 29 (« A propos de l'estimation du nombre de planchettes nécessaires pour couvrir les toits) du deuxième volume de l'édition de 1641 du *Jinkōki* (Yoshida Mitsuyoshi 吉田光由, *Jinkōki* 塵劫記 (1641)), effectuée en s'inspirant de la traduction anglaise de l'ouvrage proposée dans Wasan Institute (éd.), *Jinkōki* (Tokyo : Wasan Institute, 2000).

Que remarque-t'on sur la forme du texte mathématique ? Repérer l'énoncé du problème, la réponse et la procédure.

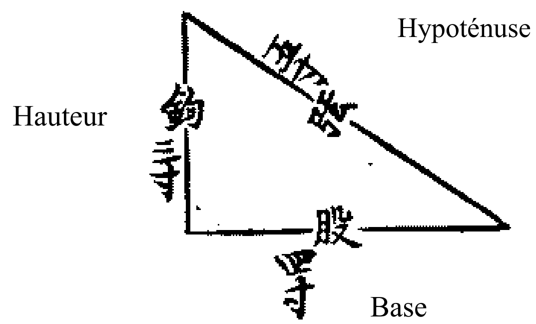
Le *Jinkōki* fait partie des premiers manuels de mathématiques écrits au Japon, la source mathématique japonaise la plus vieille retrouvée à ce jour datant du début du siècle. Les textes du *wasan* sont basés sur la tradition mathématique chinoise et elle en garde la forme générale : des problèmes, au centre des recherches, qu'il faut résoudre à l'aide de procédures généralement exécutées sur un instrument de calcul (les baguettes ou le boulier).

Mais, dès le début de l'époque d'Edo, les mathématiciens japonais prennent quelques distances avec les textes chinois mais certaines caractéristiques de ces textes perdureront jusqu'à la fin de l'époque d'Edo.

Extrait du *Jugairoku* (1639) d'Imamura Tomoaki (?-1668) :

> « Base-hauteur-hypoténuse (*kōkogen* 鈎股弦)
> {la hauteur (*kō* 鈎), c'est la largeur (*yoko* 横) ; la base (*ko* 股), c'est la longueur (*tate* 縦) ; l'hypoténuse (*gen* 弦), c'est la pente (*nobori* 登).}[7]

Figure du base-hauteur-hypoténuse



> Cela correspond bien à " longueur-largeur-pente " [8] (*tate-yoko-nobori* 縦横登).
> La règle pour connaître l'hypoténuse du base-hauteur-hypoténuse est la suivante.
> On prend la longueur de la hauteur, en la multipliant par elle-même, on obtient une aire. Encore, [on prend] la longueur de la base, on la multiplie par elle-même, donc on obtient une aire. L'aire de la hauteur et [l'aire] de la base [calculées] ci-dessus sont ajoutés et cela représente l'opérande. On utilise la règle d'ouverture du carré. Par conséquent on obtient la longueur, c'est " hypoténuse " ».[9]

Après cet énoncé, différentes autres procédures pour calculer les dimensions du base-

7 Cette ligne fait référence à la figure précédente, le rectangle. Imamura fait la correspondance entre les éléments du rectangle (longueur, largeur et « pente » – c'est-à-dire diagonale) et ceux du triangle (base, hauteur et hypoténuse), qui correspond à la moitié du rectangle.

8 Ici, comme la hauteur correspond à la largeur, comme la base correspond à la longueur, et comme l'hypoténuse correspond à la pente, base-hauteur-hypoténuse correspond à largeur-longueur-pente. Donc Imamura aurait dû écrire « Cela correspond bien à « largeur-longueur-pente » (*yoko-tate-nobori* 横縦登) ».

9 Imamura Tomoaki 今村知商, *Jugairoku* 竪亥録 (Tokyo : Nihon koten zenshū, 1639), chapitre 6, feuillet 4, traduction française issue de (Cousin, 2008).

hauteur-hypoténuse (les longueurs des autres côtés du triangle ou l'aire du triangle par exemple) sont données.

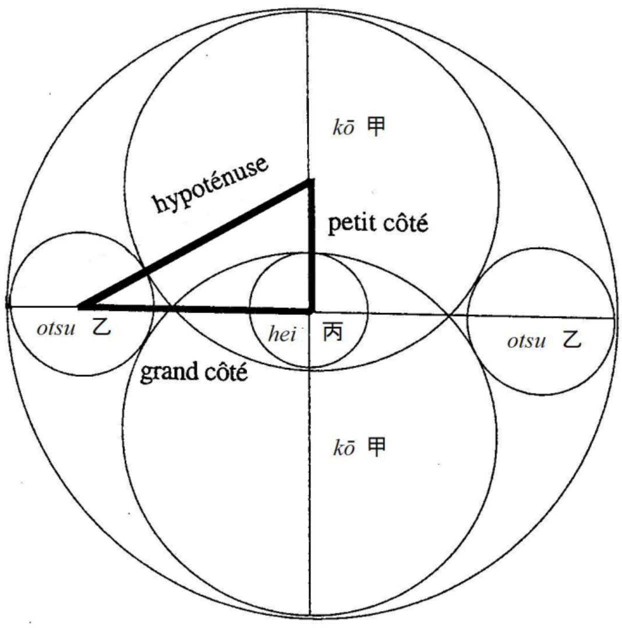
Quelles différences, quelles constances entre le premier texte et celui-là ?

On voit que, dès le début des recherches japonaises en mathématiques, les textes des *wasanka* (mathématiciens du *wasan*) prennent leurs distances avec la tradition chinoise. Par exemple, alors que les problèmes de la tradition chinoise sont généralement présentés grâce à des situations concrètes, Imamura propose une présentation de la géométrie que l'on qualifierait aujourd'hui d'abstraite : les objets géométriques ne sont pas présentés grâce à des situations concrètes, selon le contexte pratique dans lesquels ils sont utilisés, mais ils sont présentés en tant qu'objet géométrique (ils ne sont néanmoins pas décrits : on constate les propriétés sur la figure), et selon leur place dans l'architecture des études géométriques selon Imamura (carré puis triangle rectangle isocèle puis rectangle puis triangle rectangle etc.).

Nous allons à présent nous intéresser à un texte rédigé par Hasegawa, un *wasanka* dont l'école est une des écoles de *wasan* les plus connues de la fin de l'époque d'Edo. Le problème géométrique est typique de toute une tendance du *wasan* : des figures sont imbriquées les unes dans les autres et il faut calculer une des dimensions sur la figure.

Extrait du *Sanpō shinsho* (1830) de Hasegawa Hiroshi (1782-1838) :

> « On insère à l'intérieur du cercle externe deux cercles *kō* 甲 et deux cercles *otsu* 乙 ainsi qu'un cercle *hei* 丙 de la manière indiquée sur la figure. Le diamètre de *kō* 甲 vaut 12 *sun* et le diamètre de *hei* 丙, 4 *sun*. On demande combien vaut le diamètre de *otsu* 乙.



> On dit pour la réponse 5 *sun*.
> On dit pour la procédure : On pose le diamètre de *otsu* 乙 comme unité du *tengen* (inconnue) [x]. On y ajoute le diamètre de *kō* 甲 [$12 + x$], ce qui donne 2 fois l'hypoténuse (*gen*). On le multiplie par lui-même, ce qui donne 4 fois l'hypoténuse au carré [$144 + 24x + x^2$]. Le placer à gauche. Disposer le diamètre de *kō* 甲 . On lui

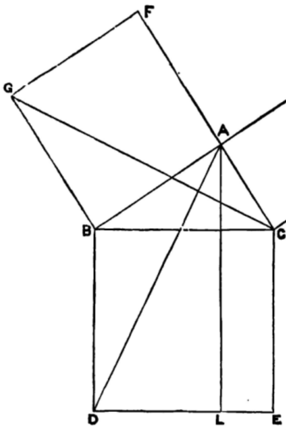
retranche le diamètre de *hei* 丙. Le reste donne 2 fois le petit côté (*kō*) [8]. On le multiplie par lui-même. Cela donne 4 fois le petit côté au carré [64]. On double le diamètre de *kō* 甲 et on lui retranche le diamètre de *otsu* 乙 et le diamètre de *hei* 丙. Le reste donne 2 fois le grand côté (*ko*) [$20 - x$]. On le multiplie par lui-même, ce qui donne 4 fois le grand côté au carré [$400-40x+x^2$]. On ajoute 4 fois le petit côté du carré. Cela donne 4 fois l'hypoténuse au carré [$464-40x+x^2$]. Annuler avec ce qui est placé à gauche. On obtient la configuration pour la division [$-320+64x$]. On divise et l'on obtient le diamètre de *otsu* 乙, ce qui correspond à la question.»[10]

Que peut-on remarquer sur ce texte ? Quelles particularités ?

Même forme (problème, solution, procédure) que dans la tradition chinoise mais objet géométrique se détache des applications pratiques liées à l'arpentage ou à la construction. Utilisation des notations du *tenzan* (champ du *wasan* dédié à la résolution de polynômes de degrés divers et à plusieurs inconnues) pour résoudre les problèmes géométriques. AUTRE CHOSE NON ?

Et si l'on compare ces textes avec les textes occidentaux à importer ?

Extrait de *Elements of Plane Geometry* (1884) de l'Association for the Improvement of Geometrical Teaching :



« THEOR. 9. In a right-angled triangle the square on the hypothenuse is equal to the sum of the squares on the sides.
Let ABC be a triangle having the angle BAC a right angle :
then shall the square on BC be equal to the sum of the squares on AB and AC.
First Proof. Upon BC describe the square BDEC, upon AB the square BAFG, and upon AC the square ACHK ;
The angle CBD is equal to the angle ABG, *I.*1
therefore the angle ABD is equal to the angle CBG. *Ax. d.*
Hence in the triangles ABD, GBC,
the side AB is equal to the side GB,
the side BD is equal to the side BC,
and the angle ABD is equal to the angle GBC,
therefore the triangles are identically equal. *I.* 5.
Now the angles BAC, BAF being right angles, FAC is a straight line ; *I.* 3.
hence the square BF and the triangle GBC have the same altitude, they are also on the

10 Hasegawa Hiroshi 長谷川寛, *Sanpō shinsho* 算法新書 (Nouveau livre sur les méthodes mathématiques, Tokyo : Sūgaku dōjō zōhan, 1830), feuillet 82. Traduction française issue de Annick Horiuchi, Sur la Recomposition du paysage mathématique japonais au début de l'époque Meiji, in Catherine Goldstein, Jeremy Gray, Jim Ritter (dir.), *L'Europe mathématique : histoires, mythes, identités* (Paris : Les Editions de la MSH, 1996). Pour en faciliter la compréhension, dans la traduction, les représentations des polynômes à une inconnue sont remplacées par des notations modernes. Nous avons cependant décidé de laisser les caractères japonais (contrairement à ce qui est fait dans Horiuchi, *op. cit.*) car, les caractères employés par les auteurs pour symboliser les objets géométriques ont une grande importance pour nos études.

same base GB,
therefore the square BF is double the the square GBC. *II.* 2.
Similarly the rectangle BL is double the triangle ABD.
But it has been shown that the triangle ABD is equal to the triangle GBC,
therefore the rectangle BL is equal to the square BF,
which is the square on AB.
In like manner it may be shown that the rectangle CL is equal to the square on AC.
Now BL and CL make up the whole figure BE, which is the square on BC ;
therefore the square on BC is equal to the sum of the squares on AB and AC.
Q.E.D. »[11]

Quelles différences avec les textes traditionnels ?

On constate que la forme de l'énoncé géométrique varie entre les manuels traditionnels et les manuels de référence : par exemple, pour énoncer le résultat mathématique correspondant au théorème de Pythagore, Imamura propose des problèmes dont la forme est dérivée du modèle chinois (dans l'extrait donné précédemment, il s'agit de calculer la longueur d'un des côtés du triangle) et leur procédure de résolution, alors que les auteurs anglais énoncent une proposition (ici un théorème) et sa démonstration.

De manière générale, en géométrie, concernant les objets étudiés, les figures géométriques des problèmes du *wasan* et de la tradition chinoise sont des figures du monde réel. L'espace géométrique est un espace réel où sont posées les questions des arpenteurs, des bureaucrates, etc. Cependant, avec l'évolution du *wasan*, les problèmes sont définis en termes plus abstraits, mais aucun discours théorique n'est fait sur les objets géométriques : ils ne sont pas définis en termes abstraits et l'on constate leurs propriétés sur la figure associée au problème (voir par exemple les problèmes d'Imamura et d'Hasegawa). Dans les nouvelles sources importées, les auteurs se réfèrent à des figures géométriques abstraites. L'espace géométrique est lui-même un espace abstrait, entièrement construit mentalement, et décrit dans les textes. Les résultats mathématiques du monde réel font partie des domaines appliqués des mathématiques.

Sur les modalités d'étude de la géométrie, dans les ouvrages de l'époque d'Edo, la justification des résultats (les procédures, les réponses aux problèmes) n'est pas automatique, obligatoire, comme dans les textes occidentaux. Alors que les japonais de l'époque d'Edo tendent à mener une réflexion sur les procédés, les méthodes de calcul et de résolution des problèmes, les auteurs occidentaux s'attachent, depuis l'Antiquité grecque, à démontrer les résultats obtenus.

Sur ce point, les ouvrages géométriques européens et américains importés au Japon sont dans la continuité de la tradition euclidienne : les textes mathématiques proposent des axiomes, des définitions, des propositions (théorèmes ou problèmes) démontrées qui

11 Association for the Improvement of Geometrical Teaching (AIGT), *The Elements of Plane Geometry Part I. (Corresponding to Euclid books I.-II.)* (Londres : W. Swan Sonnenschein and co, 1884), pp. 115-117. Lors de l'étude des textes mathématiques, si nous proposons une traduction en français des textes japonais pour les lecteurs non japonisants, nous faisons le choix de laisser les textes anglais tels quels. Nous considérons que traduire l'anglais serait à l'origine de confusions supplémentaires à celles qui proviennent inévitablement de ce que nous travaillons avec des ouvrages écrits dans différentes langues. De même, lorsque nous nous intéressons à la question de la terminologie, nous nous référons aux termes anglais car c'est en général ceux-ci que les auteurs traduisent et nous évitons, une fois de plus, les confusions pouvant surgir de l'utilisation de termes français.

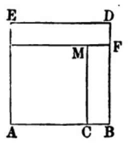
permettent de d'obtenir de nouveaux résultats sur les figures de l'espace géométrique abstrait. La démonstration, incluse dans chaque proposition, fait partie d'un texte en plusieurs étapes lui-même hérité d'Euclide :

> « Tout problème et tout théorème, s'il est parfaitement complet quant à ses parties, exige d'être composé de tout ce que voici : la proposition ("protase"), l'exposition ("ecthèse"), la détermination ("diorisme"), la construction ("kataskeuè"), la démonstration ("apodeixis"), et la conclusion ("symperasma"). Parmi elles, la proposition dit quelle est, si certaine chose est donnée, celle qui est cherchée. La proposition parfaite consiste en effet en ces deux choses. L'exposition, reprenant à part et en elle-même la chose donnée, la prépare d'avance, en vue de la recherche. La détermination explique clairement à part ce qu'est précisément la chose cherchée. La construction ajoute ce qui manque à la chose donnée pour la découverte de la chose cherchée. La démonstration tire scientifiquement des choses admises l'inférence proposée. La conclusion retourne de nouveau à la proposition, en confirmant ce qui a été démontré. »[12]

Extrait de *Elements of Geometry and Plane and Spherical Trigonometry* (1860) de Horatio N. Robinson (1806-1867)[13].

BOOK I. 49

difference of the squares on AB and AC is the two rectangles EF and FC. We are now to show that the measure of these rectangles may be expressed by $(AB + AC) \times (AB - AC)$.



The length of the rectangle EF is ED, or its equal AB; and the length of the rectangle FC is MC, or its equal AC; therefore, the length of the two together (if we conceive them put between the same parallel lines) will be $AB + AC$; and the common width is CB, which is equal to $AB - AC$; therefore, $\overline{AB}^2 - \overline{AC}^2 = (AB + AC) \times (AB - AC)$.

Hence the theorem; *the difference of the squares described on any two lines, etc.*

This theorem may be proved algebraically: thus,
Let a represent one line, and b another;
Then $a + b$ is their sum, and $a - b$ their difference;
and $(a + b) \times (a - b) = a^2 - b^2$.

THEOREM XXXIX.

The square described on the hypotenuse of any right-angled triangle is equivalent to the sum of the squares described on the other two sides.

Let ABC represent any right-angled triangle, the right angle at B; we are to prove that the square on AC is equivalent to the sum of two squares; one on AB, the other on BC.

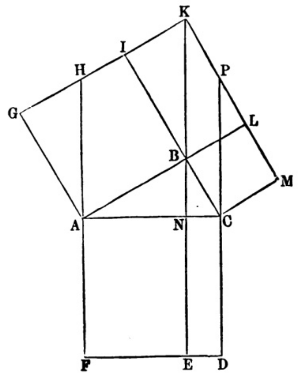
On the three sides of the triangle describe the three squares, AD, AI, and BM. Through the point B, draw BNE perpendicular to AC, and produce it to meet the line GI in K; also produce AF to meet GI in H, and ML to meet GI produced in K.

REMARK. — That the lines, GI and ML, produced, meet at the point K, may be readily shown. As the proof of this fact is not necessary for the demonstration, it is left as an exercise for the learner.

5 D

50 GEOMETRY.

The angle BAG is a right angle, and the angle NAH is also a right angle; if from these equals we subtract the common angle BAH, the remaining angle, BAC, must be equal to the remaining angle GAH. The angle G is a right angle, equal to the angle ABC; and $AB = AG$; therefore, the two △'s ABC and AGH are equal, and $AH = AC$. But $AC = AF$; therefore, $AH = AF$. Now, the two parallelograms, AE and $AHKB$ are equivalent, because they are upon equal bases, and between the same parallels, FH and EK, (Th. 29).



But the square AI, and the parallelogram $AHKB$, are equivalent, because they are on the same base, AB, and between the same parallels, AB and GK; therefore, the square AI, and the parallelogram AE, being each equivalent to the same parallelogram $AHKB$, are equivalent to each other, (Ax. 1). In the same manner we may prove that the square BM is equivalent to the rectangle ND; therefore, by addition, the two squares, AI and BM, are equivalent to the two parallelograms, AE and ND, or to the square AD.

Hence the theorem; *the square described on the hypotenuse of a right-angled triangle, etc.*

Cor. If two right-angled triangles have the hypotenuse, and a side of the one equal to the hypotenuse and a side of the other, each to each, the two triangles are equal.

12 La structure euclidienne des propositions est décrite pour la première fois dans le commentaire de Proclus. Nous proposons ici l'extrait dans lequel cette description est donnée, extrait traduit dans (Vitrac, et al., 1990), p. 137.

13 Référence complète : Robinson Horatio N., *Elements of Geometry, and Plane and Spherical Trigonometry ; with Numerous Practical Problems* (New York, Chicago : Ivison, Blakeman, Taylor and co., 1860).

Que dire des « mathématiques occidentales » que les auteurs japonais doivent présenter dans leur manuel ?

Mais si l'on compare les manuels qui sont utilisés par les Japonais, on constate que les « mathématiques occidentales » ont-elles-mêmes des formes hétérogènes dans les manuels occidentaux. On ne soulignera ici qu'un seul exemple, concernant les notations symboliques : on a vu que, dans les textes du *wasan*, les auteurs employaient des notations symboliques (les notations algébriques du *tenzan*) pour résoudre des problèmes géométriques. Dans l'ouvrage anglais que nous avons observé précédemment, nous avons pu constater qu'aucune notation symbolique n'est employée : comme dans l'ouvrage ancien d'Euclide, une langue purement littéraire est employée. Mais, dans cet ouvrage de Robinson, on voit bien que les notations symboliques et en particulier les expressions algébriques sont souvent employées. Ainsi, les « mathématiques occidentales » ne sont pas une entité uniforme, à la forme bien définie, elles prennent différentes formes selon le pays, selon les écoles et selon les auteurs qui entourent leur production.

Les auteurs traduisent, compilent ou s'inspirent des manuels occidentaux pour écrire leur manuels... Concernant la langue, quels problèmes se posent alors ?

Avant de rentrer dans les textes, il me semble important de préciser ce qui est sous entendu dans ce contexte, lorsque nous parlons des travaux de « traductions » et des travaux de « compilations », les processus (simples) pouvant être associés à ces types d'ouvrages étant loin de refléter la complexité des procédés d'élaboration des manuels japonais.

Tout d'abord, effectuer une traduction (d'un unique ouvrage) au début de l'ère Meiji requiert un certain nombre de choix et d'initiatives de la part de l'auteur, notamment en mathématiques. Pour ne donner que quelques exemples, le traducteur doit choisir, voire inventer la terminologie à employer, puisqu'il existe des notions nouvelles sur lesquelles aucun consensus n'est établi (notamment, en géométrie, toutes les notions fondamentales de l'architecture euclidienne : définition, axiome, théorème, etc.). Il doit trouver des moyens pour restituer les éléments du texte spécifiques aux mathématiques occidentales (nom des figures, notations, expressions symboliques, formats spéciaux pour mettre en relief les énoncés - italique, gras - etc.), et pour les intégrer dans les ouvrages à l'aspect traditionnel (écriture verticale, impossibilité de mettre les caractères en italique ou en gras mais procédés standards pour accentuer des passages ou des mots du texte - par exemple l'apposition de signe de ponctuation à côté des caractères). Il doit également mettre en place une langue pour traduire les énonciations caractéristiques du discours argumentatif (par exemple les connecteurs, les temps pour exprimer la relation de déduction, les structures grammaticales qui mettent en valeur les natures logiques des énoncés).

Le travail de compilation demande, en plus des démarches nécessaires à la traduction, un regard critique sur les ouvrages utilisés. Il paraît en effet naturel de considérer que les passages des ouvrages étrangers traduits par l'auteur ne sont pas le résultat d'une sélection « au hasard », mais plutôt de choix faisant suite à une réflexion de la part du savant japonais.

Les « auteurs-traducteurs » de manuels sont des acteurs de l'adaptation des nouvelles connaissances pour leur intégration dans la culture japonaise. Ils sélectionnent, suppriment, ajoutent, modifient et compilent les textes. Ils doivent traduire les ouvrages qu'ils utilisent avec une langue non standardisée. C'est en ce sens que ces « auteurs-traducteurs » sont, dans mes études, considérés comme les « auteurs » des manuels qu'ils proposent.

Mes analyses sur la langue se mènent à trois niveaux :

- Tout d'abord, au niveau culturel, nous nous intéressons à ce que la langue mathématique symbolise : en Europe, depuis l'antiquité grecque, il existe un rapport particulier entre la langue et la géométrie. Cet aspect de la langue mathématique n'a pas d'équivalent au Japon : il faut attendre Takebe pour que la question de la langue mathématique soit réellement posée. Dans l'espace réel de la géométrie du *wasan* où l'on utilise des procédures, la langue est mobilisée de manière différente que dans l'espace abstrait, construit de la géométrie occidentale, où ce sont les argumentations qui importent. Je montrerai au fur et à mesure de mes analyses que ce rôle particulier de la langue met du temps à être saisi par les auteurs japonais.
- Au niveau de la formulation, il existe des conventions pour l'écriture des textes mathématiques, quant à la forme de la langue et à la mise en page : je donnerai quelques exemples des études que j'ai menées en m'intéressant à l'aspect visuel des textes, à ces conventions d'écriture et à leurs évolutions dans les manuels de l'ère Meiji.
- Enfin, les analyses proprement linguistiques se ramifient elles-mêmes en deux niveaux : un niveau syntaxique et un niveau sémantique.

Sur le plan syntaxique, les sources occidentales révèlent une langue mathématique relativement standardisée, caractérisée par des structures grammaticales et des automatismes de langage qui permettent de mettre en place de manière rigoureuse le discours argumentatif. Les auteurs doivent en comprendre la nécessité au-delà des apparences et transcrire ces caractéristiques dans la langue nationale. Je m'intéresserai à ces questions dans la prochaine partie de cette présentation.

Sur le plan sémantique, les auteurs doivent établir une terminologie pour traduire les éléments des figures géométriques : il existe des termes dans la tradition du *wasan* pour nommer les figures géométriques et leurs éléments dont on peut calculer la mesure (par exemple, le côté d'un carré, l'aire d'un triangle rectangle), mais on ne trouve aucun terme pour désigner les éléments abstraits de la géométrie euclidienne qui n'ont pas de mesure (par exemple, le point ou la droite). De plus, il faut établir une terminologie pour traduire les notions fondamentales de l'architecture euclidienne, qui permettent de mettre en place le discours argumentatif et qui n'ont aucun équivalent dans la tradition du *wasan* (par exemple, la définition ou le théorème). Ces questions feront l'objet de la quatrième partie de cette présentation.

Concernant la langue japonaise en elle-même, dès les premiers travaux associés aux études hollandaises[14], les textes étudiés par les savants japonais mettent en évidence les avantages d'une écriture phonétique et d'une langue écrite proche de l'expression orale (ce qui n'est pas le cas du japonais de l'époque). Durant l'ère Meiji, la remise en question de la langue japonaise, et en particulier de son écriture, est soulevée par plusieurs savants, et certains vont jusqu'à proposer son remplacement par une langue étrangère (notamment par l'anglais). Si

14 Durant l'époque d'Edo, plusieurs traductions d'ouvrages scientifiques hollandais sont effectuées, mais aucune traduction d'un ouvrage mathématique dans son ensemble n'a été retrouvée.

cette position est peu suivie, plusieurs réformes de la langue japonaise sont menées pour établir une langue écrite comprise par tous (toutes les classes sociales, toutes les régions) et proche de l'expression orale[15]. Il existe entre autre un mouvement d' « unification des langues orale et écrite » (*genbun icchi* 言文一致), mouvement important pour notre sujet : les nouveaux enseignements sont de type magistral, alors que ceux de l'époque d'Edo sont de type individualisé. Avant les réformes, il est donc impossible que l'élève retranscrive mot pour mot (à l'écrit) ce qui est énoncé par l'enseignant (à l'oral), ce qui pose des problèmes en mathématiques.

La réforme de la langue n'étant pas encore officiellement engagée lorsque les auteurs de notre corpus rédigent leur manuel, la question de l'établissement d'une langue mathématique dans la langue japonaise telle qu'elle est au début de l'ère Meiji, adaptée aux nouveaux types d'énoncés, constitue un problème central pour la réalisation des ouvrages.

Aujourd'hui, j'essayerai de vous présenter les différentes analyses que j'ai menées et de vous montrer leur intérêt… Je n'aurai pas le temps d'aborder la question de la terminologie et je me concentrerai en particulier sur les analyses en rapport avec la syntaxe, pour vous montrer de manière précise l'évolution des manuels de géométrie.

II La question du symbolisme : Comparaison avec le cas chinois.

Nous allons à présent nous intéresser aux manuels japonais écrits durant l'ère Meiji sur la géométrie élémentaire importée d'Europe et des Etats-Unis. Pour introduire les questions qui se posent alors, nous allons comparer les cas chinois et japonais.

Je rappelle que, lorsque les premiers auteurs écrivent leur manuel, ils viennent à peine de découvrir les mathématiques occidentales et aucun consensus n'est établi pour la traduction des traités étrangers. Ils ont parfois été mieux formés en mathématiques traditionnelles qu'en mathématiques occidentales.

Avant l'ère Meiji, dans le contexte chinois (similaire étant donné que le *wasan* est issu de la tradition chinoise), l'originalité de l'ouvrage euclidien suscite des critiques : les caractéristiques du texte argumentatif s'opposent aux standards des textes traditionnels techniques chinois. Les auteurs chinois critiquent notamment les « longs » discours que constituent les preuves, répétitions dues aux structures logiques du raisonnement et utilisation d'un « ordre déductif » plutôt que d'une « classification sémantique ». De ce fait, les traducteurs adaptent les ouvrages importés ou cherchent à les compiler avec les connaissances traditionnelles. En particulier, afin que le symbolisme occidental prenne un « aspect chinois » pour être intégré dans les ouvrages de mathématiques, les auteurs chinois transcrivent le symbolisme occidental grâce à des symboles « à l'aspect chinois » (issus de l'algèbre chinoise ou inventés). Par exemple, $\int 3x^2 dx = x^3$ est transcrit $禾三天^{二}亻天＝天^{三}$ (c'est-à-dire « somme [de] 3 ciel^2 petit ciel = ciel^3), où 禾 et 亻 sont les abréviations respectives de *ji* 積 (somme) et *wei* 微 (minuscule)[16]. En géométrie, les lettres des figures sont représentées

15 Voir Griolet Pascal, *La modernisation du Japon et la réforme de son écriture* (Paris : Publications orientalistes de France, 1985).

16 Voir Martzloff Jean-Claude, *A History of Chinese Mathematics* (Berlin, Heidelberg : Springer, 2006), p. 119.

grâce à des séries spéciales, telle que la série des dix idéogrammes des « tiges célestes » (*tiangan* 天干)[17].

Au Japon, à l'époque Meiji, la politique éducative implique une intégration rapide et massive des connaissances occidentales dans les *curricula* : il faut rapidement fournir des traductions des ouvrages étrangers pour que les Japonais des écoles en construction puissent être formés aux mathématiques occidentales. La question de l'adaptation des connaissances est moins présente : si certains mathématiciens du *wasan* cherchent à conserver, grâce à la terminologie, des traces des pratiques traditionnelles, il n'est jamais question, au moins pour les manuels d'enseignement en géométrie, de modifier la nature des connaissances importées.

Par exemple, concernant le symbolisme, contrairement aux chinois, les Japonais ne cherchent pas à donner un « aspect japonais » au symbolisme occidental, ils conservent tous les symboles mathématiques et les nombres tels quels. De plus, la quasi-totalité des auteurs utilisent les lettres latines pour nommer les figures (seuls deux auteurs de notre corpus les transcrivent à l'aide de caractères japonais). Dans l'algèbre notationnelle japonaise, des symboles (inspirés des positions des baguettes sur la surface à calculer utilisée à l'origine) sont utilisés pour représenter les équations algébriques (Par exemple, sur figure, extraite d'un ouvrage de Takebe, c'est l'équation $A^9-9A^8x+31A^7x^2-84A^6x^3+126A^5x^4-126A^4x^5+84A^3x^6-36A^2x^7+9Ax^8-x^9$ qui est représentée). Et l'outil algébrique (ainsi que l'outil analytique) est mis en œuvre pour résoudre des problèmes dont la nature est géométrique comme on l'a vu dans le texte d'Hasegawa. Si les Japonais ne cherchent pas à utiliser les symboles traditionnels pour transcrire les symboles occidentaux, les auteurs comparent les deux traditions pour introduire les symboles occidentaux et leur utilisation. C'est en ce sens par exemple que le *wasan* constitue un « terrain favorable » à l'introduction des mathématiques occidentales : les auteurs japonais comparent les deux traditions pour expliquer aux mathématiciens formés au *wasan* les pratiques qui ont des points communs entre les deux cultures.

Ainsi, on voit que le contexte politique, scientifique et éducatif dans lequel l'intégration des connaissances occidentales est effectuée a une grande influence sur les modalités de l'intégration. Les savants chinois et japonais ont, de manière générale, une culture commune en mathématiques mais dans le cas chinois, ce sont des savants chinois qui s'intéressent aux connaissances occidentales pour compléter les connaissances traditionnelles et ils cherchent donc à adapter les connaissances occidentales pour les intégrer dans leurs ouvrages. Alors que dans le cas japonais, les auteurs doivent produire rapidement des ouvrages sur les mathématiques occidentales : ils choisissent donc des moyens rapides et pratiques pour intégrer les objets mathématiques occidentaux.

Si la question du symbolisme n'engendre pas de débats dans la communauté des mathématiciens, son intégration dans le texte vertical pose de nombreux problèmes de mise en page que nous n'aurons pas le temps d'aborder aujourd'hui.

De plus, comme en Chine, la finalité et l'« utilité » de certains énoncés des textes de géométrie liés à la structure logique du raisonnement (nécessité de définition précise des objets avec la mise en évidence de leurs propriétés souvent élémentaires, justification de

17 Martzloff, *op. cit.*, p. 22.

raisonnements « évidents ») ne sont parfois pas saisies par les *wasanka*. C'est une des raisons pour lesquelles la Société mathématique de Tōkyō (*Tōkyō sūgaku kaisha* 東京数学会社) est créée, afin que les mathématiciens de l'ère Meiji discutent sur les mathématiques à importer. Enfin, l'étude des manuels des années 1870 et 1880 montre que certains aspects de la géométrie occidentale posent des problèmes dont les solutions demandent plus de temps et de débats, probablement car ils touchent les fondamentaux de la culture, à savoir la langue et son écriture.

III La langue mathématique dans les premiers manuels de géométrie élémentaire au Japon.

Durant l'ère Meiji, l'historien des mathématiques Ogura Kinnosuke a mis en évidence quatre périodes pour l'introduction des mathématiques occidentales au Japon : deux « périodes de traduction » (*honyaku jidai* 翻訳時代), la période du « développement rapide des manuels » (*kyōkasho no hiyakuteki shinten* 教科書の飛躍的進展) et celle de l'« uniformisation de l'enseignement des mathématiques » (*sūgaku kyōiku no tōitsu* 数学教育の統一). Les deux premières périodes correspondent respectivement aux années 1870 et 1880, et, dans le cas de la géométrie, les troisième et quatrième périodes correspondent à l'élaboration et à l'installation, dans les écoles secondaires et normales, des manuels de Kikuchi.

Dans les années 1870, de nombreux auteurs proposent des versions japonaises de manuels occidentaux afin de fournir des outils pour mettre en application le décret de l'éducation (*Gakusei*, 1872) qui impose l'enseignement des mathématiques occidentales et l'abandon du *wasan*. Il en résulte une production anarchique de manuels de mathématiques, qu'il faut mettre en parallèle avec la mise en place chaotique du système scolaire[18]. Malgré cette situation confuse, les différentes études sur l'histoire de l'enseignement des mathématiques ont montré que les ouvrages utilisés dans l'éducation sont principalement des traductions de traités américains. Ces études m'ont également permis de sélectionner quatre sources majoritairement utilisées dans les écoles pour les années 1870 : *Shōgaku kikayōhō* (Règles d'emploi de la géométrie pour l'école élémentaire, 1873) de Nakamura Rokusaburō (1841-1907)[19], *Kikagaku* (Géométrie, 1873 et réédition en 1879) de Shibata Kiyosuke (?-?)[20], *Kikagaku genso* (Rudiments de géométrie, 1875) de Edward W. Clark (1849-1907), Kawakita Tomochika (1840-1919) et Yamamoto Shōji (1832-1905)[21], et *Kika shinron* (Nouvelles théories géométriques, 1876) de Miyagawa Hozen (1852-1922)[22]. *Kikagaku genso* est une des premières traductions japonaises des *Eléments* d'Euclide, basée sur la version écrite par

18 Pour le contexte éducatif de l'ère Meiji, voir Duke Benjamin, *The History of Modern Japanese Education. Constructing the National School System, 1872-1890* (New Bunswick, New Jersey, Londres : Rutgers University Press, 2009) et Nishihira Isao, *Western Influences on the Modernization of the Japanese Education, 1868-1912* (Columbus : The Ohio State University, thèse de doctorat, 1972), ouvrages sur lesquels je me base pour mes travaux.

19 Référence complète : Nakamura Rokusaburō 中村六三郎, *Shōgaku kikayōhō* 小学幾何用法 (Tokyo : Chūgai dōbotsuda, 1873).

20 Références complètes : Shibata Kiyosuke 柴田清亮, *Kikagaku* 幾何学 (Tokyo : Tenshinrō, 1873) et Shibata Kiyosuke 柴田清亮, *Kikagaku* 幾何学 (Tokyo : Chūgaidō, 1879).

21 Référence complète : Edward Warren Clark, Kawakita Tomochika 川北朝鄰, Yamamoto Shōji 山本正至, *Kikagaku genso* 幾何学原礎 (Shizuoka : Bunrin dō, 1875).

22 Référence complète : Miyagawa Hozen 宮川保全, *Kika shinron* 幾何新論 (Osaka : Omura nagae, 1876).

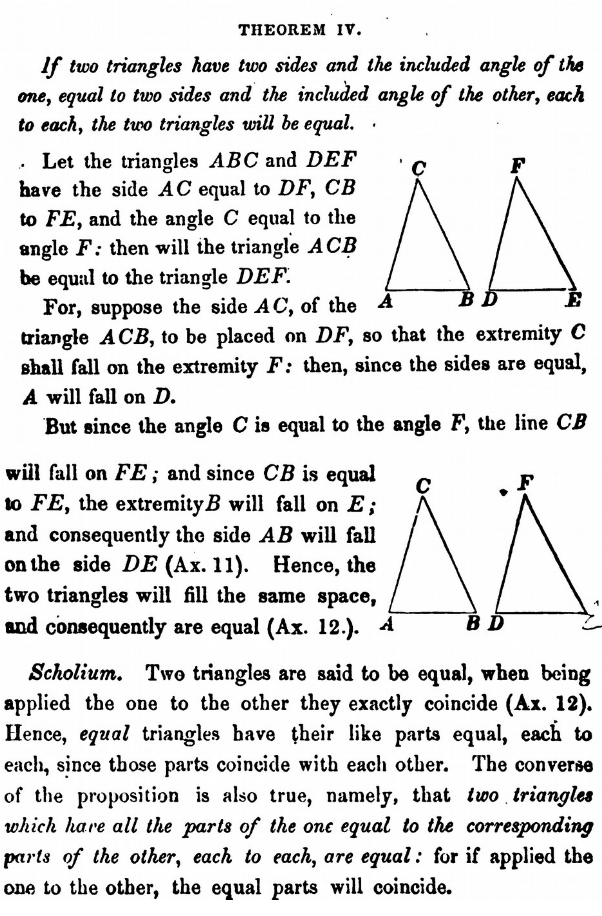
l’anglais Isaac Todhunter (1820-1884), et les trois autres manuels sont des traductions d’un unique ouvrage américain[23].

Aujourd’hui, pour cette période, nous nous intéresserons principalement à l’un des premier manuels de géométrie élémentaire au Japon : le *Shōgaku kikayōhō*. Mais les conclusions que je vous présenterai sur cette période seront basées sur l’analyse de ces quatre manuels.

Dans aucun de ces manuels, la question de la terminologie ou celle de la langue mathématique en général ne sont évoquées. Les auteurs ne s'expriment jamais sur les problèmes liés à la langue mathématique. Le fait que les termes traduits ne sont pas encore fixés n'est pas signalé, et les difficultés amenées par les spécificités de la langue japonaise ne sont jamais évoquées.

Regardons à présent le premier manuel de notre corpus : *Shōgaku kikayōhō*, traduction du manuel de géométrie de Davies intitulé *Elements of Geometry: with applications in mensuration* (1870)[24].

Extraits de *Shōgaku kikayōhō* et de *Elements of Geometry : with applications in mensuration* :



THEOREM IV.

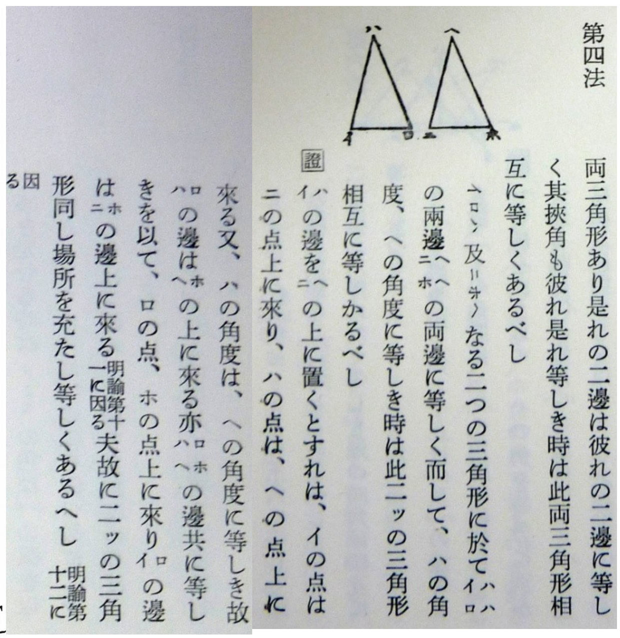
If two triangles have two sides and the included angle of the one, equal to two sides and the included angle of the other, each to each, the two triangles will be equal.

Let the triangles ABC and DEF have the side AC equal to DF, CB to FE, and the angle C equal to the angle F: then will the triangle ACB be equal to the triangle DEF.

For, suppose the side AC, of the triangle ACB, to be placed on DF, so that the extremity C shall fall on the extremity F: then, since the sides are equal, A will fall on D.

But since the angle C is equal to the angle F, the line CB will fall on FE; and since CB is equal to FE, the extremity B will fall on E; and consequently the side AB will fall on the side DE (Ax. 11). Hence, the two triangles will fill the same space, and consequently are equal (Ax. 12.).

Scholium. Two triangles are said to be equal, when being applied the one to the other they exactly coincide (Ax. 12). Hence, *equal* triangles have their like parts equal, each to each, since those parts coincide with each other. The converse of the proposition is also true, namely, that *two triangles which have all the parts of the one equal to the corresponding parts of the other, each to each, are equal:* for if applied the one to the other, the equal parts will coincide.



第四法

両三角形あり是れの二邊は彼れの二邊に等しく其挟角も彼れ是れ等しき時は此両三角形相互に等しくあるべし

イロハ及ニホヘなる二つの三角形に於てイハ ハロの両邊ニヘ ヘホの両邊に等しく而して、ハの角度、ヘの角度に等しき時は此二ッの三角形相互に等しかるべし

證 イハの邊をニヘの上に置くとすれは、イの点はニの点上に來り、ハの点は、ヘの点上に來る又、ハの角度は、ヘの角度に等しき故ハロの邊はヘホの上に來る亦ハロ ヘホの邊共に等しきを以て、ロの点、ホの点上に來りイロの邊はニホの邊上に來る明論第十一に因る夫故に二ッの三角形同し場所を充たし等しくあるへし明論第十二に因る

23 *Shōgaku kikayōhō* est une traduction de *Elements of Geometry: with applications in mensuration* rédigé par Charles Davies (1798-1876) en 1851 ; *Kikagaku* est une traduction de *Elements of Geometry, and Plane and Spherical Trigonometry; with Numerous Practical Problems* rédigé par Horatio N. Robinson (1806-1867) en 1860 ; et *Kika shinron* est une traduction de *An Elementary Geometry and Trigonometry* rédigé par William F. Bradbury (1829-1914) en 1872.

24 Référence complète : Davies Charles, *Elements of Geometry and Trigonometry, with Applications in Mensuration* (New York, Chicago : A.S. Barnes and Co., 1870 (première édition : 1851)).

« Théorème 4. Il y a deux triangles, lorsque les deux côtés de celui-ci sont égaux à deux côtés de celui-là et que l'angle entre [ces côtés] de celui-ci est et de celui-là sont égaux, ces deux triangles sont égaux l'un à l'autre.
Figure.
Dans les triangles qui sont *IRoHa* et *NiHoHe*, lorsque les deux côtés *IHa* et *RoHa* sont égaux aux deux côtés *NiHe* et *HoHe*, et que (ainsi) l'angle *Ha* est égal à l'angle *He*, ces deux triangles doivent être égaux l'un à l'autre.
Démonstration Si l'on suppose que l'on place le côté *IHa* sur *NiHe*, le point *I* vient sur le point *Ni*, le point *Ha* vient sur le point *He*. Encore, l'angle *Ha* est égal à l'angle *He*, c'est pourquoi,
le côté *HaRo* vient sur *HeHo*, et aussi, comme les côtés *HaRo* et *HeHo* sont égaux tous les deux, le point *Ro* vient sur le point *Ho* et le côté *IRo* vient sur le côté *NiHo* [d'après l'axiome 11]. C'est à cause de cela que les deux triangles remplissent le même lieu et doivent être égaux [d'après l'axiome 12]. »

Discussion :

- Nous pouvons observer que, comme dans tous les autres énoncés de théorème, Nakamura ajoute un élément par rapport à l'ouvrage de Davies. En effet, alors que dans l'ouvrage américain, la démonstration suit simplement l'exposition et la démonstration, le caractère *akashi* 證 (démonstration) encadré est placé par l'auteur japonais au début de chaque démonstration, marquant ainsi le début du texte de justification. Cela rappelle la stratégie des mathématiciens du *wasan* qui encadraient le terme « procédure » et beaucoup d'auteurs chinois (lus par les japonais) ont fait cela dans leurs ouvrages. *Démarche qui met en évidence la structure logique de l'énoncé*.
- Comparaison de la mise en page de la démonstration de Davies et de celle de Nakamura : alors que Davies revient à la ligne pour montrer les différentes étapes de la démonstration, Nakamura présente l'intégralité des preuves en un unique paragraphe. Par exemple, dans l'ouvrage américain, cette démonstration est divisée en deux paragraphes, le retour à la ligne marquant le début du deuxième temps de la démonstration. Dans l'ouvrage de Nakamura, cette séparation est simplement marquée par *mata* 又 (encore, de plus) et Nakamura ne met aucun signe de ponctuation pour séparer ces deux temps de la preuve. *Démarche qui dissimule les structures logiques de la démonstration*.

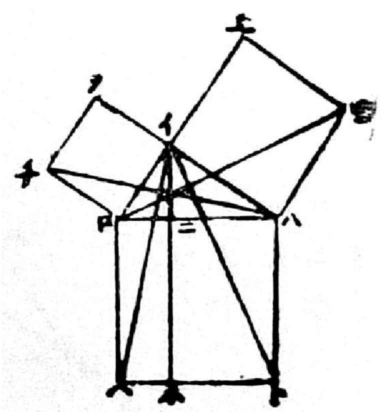
Le manque de précision dans la langue employée par Nakamura implique parfois des confusions, comme le montre la traduction de la première phrase de la démonstration (après l'exposition et la détermination). En effet, dans le manuel de Davies, la démonstration du théorème 4 commence ainsi : « For, suppose the side *AC*, of the triangle *ACB*, to be place on *DF*, so that the extremity *C* shall fall on the extremity *F* : then, since the sides are equal, *A* will fall on *D*. ». L'auteur japonais traduit ainsi : « Si l'on suppose que l'on place le côté *IHa* sur *NiHe*, le point *I* vient sur le point *Ni*, le point *Ha* vient sur le point *He*. ». Dans la phrase anglaise, la tournure et les temps employés font que l'on suppose deux choses : que le côté *AC* est placé sur le côté *DF* (supposition qui est marquée par « suppose... ») et que, en plaçant ces deux côtés l'un sur l'autre, on place le point *C* sur le point *F* (supposition marquée par « so that... shall... »). De cette situation précise, on déduit que *A* se place sur *D*. Dans la version japonaise de la phrase, l'auteur tourne la phrase de façon à ce qu'il n'y ait plus qu'une supposition : que l'on place le côté *IHa* sur *NiHe* (supposition marquée par la forme conditionnelle *to sureha* とすれは - si l'on suppose que). Les deux autres faits, c'est-à-dire que le point *I* se place sur *Ni* et que le point *Ha* se place *He*, sont tous deux énoncés au même temps (présent), après l'hypothèse, et ont donc tous les deux le même statut de conclusion.

Avec cet ouvrage, nous nous trouvons face à une langue mathématique parfois confuse, caractérisée par une terminologie et des structures grammaticales complexes. Par exemple, Nakamura évite les répétitions en traduisant de manière différente certains termes anglais et il ne restitue pas toujours le caractère systématique de la langue mathématique en géométrie.

Par exemple, dans l'ouvrage américain, le point, la droite, la « ligne » (*line* en anglais), la surface et le solide sont définis grâce à la même structure de phrase (même connecteurs, même verbes) pour mettre en valeur le parallèle entre ces trois concepts les plus basiques de la géométrie : « A [terme du concept défini] is that which has [propriétés que possède le concept], but not [propriétés que le concept ne possède pas]. » (Exemple : « 2. A *point* is that which has place, or position, but not magnitude. ») ; alors que dans l'ouvrage japonais, d'une part, le point n'est pas défini grâce à la même structure (« 第三　点は極めて小なる物にして測り難き物をいふ », traduction : « 3. On appelle point ce qui est extrêmement petit, ce qui est difficile à mesurer. ») et, d'autre part, il utilise trois verbes différents pour cette même idée de possession : *motsu* 保つ (que j'ai traduit par « détenir »), *naki* なき (forme négative ancienne de *aru* ある - exister, avoir) et *sonafuru* 備ふる (que nous avons traduit par « posséder »). Ainsi, en voulant éviter les répétitions, Nakamura rend le texte moins clair et il ne restitue pas le caractère systématique des phrases mathématiques, qui permet de faire le parallèle entre ces 4 définitions grâce à des structures de phrases identiques.

J'ai également rencontré des cas où la langue mathématique employée pose de véritables problèmes de cohérence (par exemple dans le théorème 4) : il existe des énoncés où la langue mathématique employée par Nakamura apporte des confusions entre les hypothèses et les conclusions.

Deuxième exemple de ce type : extrait du théorème 12 (exposition et détermination) :



« ロイハなる直角三角形に於て、イを直角とす然る時はロハの長邊上に書き顕したる正方形はロイ及イハ上に書き顕したる二ッの正方形の和に等面積なり »

Traduction : « Dans le triangle rectangle qui est *RoIHa*, lorsque l'on suppose que *I* fait l'angle droit, le carré qui est apparu en dessinant sur l'hypoténuse *RoHa* est une aire égale à la somme des deux carrés qui sont apparus en dessinant sur *RoI* et *IHa*. »

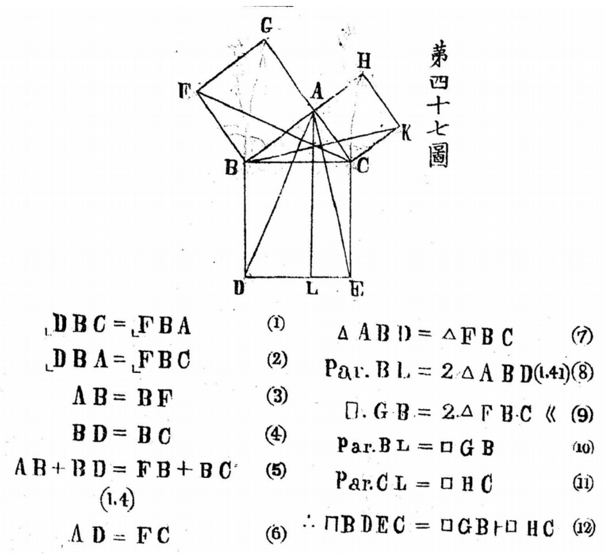
(Davies : « Let *BAC* be a right angled triangle, right angled at *A* : then will the square described on the hypotenuse *BC*, be equivalent to the two squares described on *BA* and *AC*. »)

Ainsi, pour le théorème de Pythagore (voir deuxième texte Nakamura), alors que la structure grammaticale et les connecteurs utilisés par Davies pour l'exposition et la détermination marquent clairement le début de l'hypothèse et le passage de l'hypothèse à la conclusion (« ***Let*** *BAC be a right angled triangle, right angled at A:* ***then will*** *the square described on the hypothenuse BC, be equivalent to the two squares described on BA and AC* »), dans *Shōgaku kikayōhō*, ce n'est pas l'hypothèse elle-même (le fait que le triangle est rectangle) qui est soulignée par la structure mais le nom donné à l'angle droit, lorsque l'hypothèse selon laquelle « le triangle est rectangle » a été faite. En français, on pourrait traduire la nuance en disant que Davies écrit : « Supposons que BAC est rectangle et que son angle droit est A » alors que Nakamura écrit : « Dans le triangle rectangle RoIHa, lorsque l'on suppose que l'angle droit est I ». Si cette nuance n'apporte pas un réel problème du point de vue mathématique, les formulations de Davies soulignent l'hypothèse et la conclusion de manière plus précise.

Du point de vue de la langue mathématique, il existe de nombreux problèmes dans le manuel de Nakamura. Ils sont probablement dus au fait que cet auteur, peu formé aux mathématiques occidentales, semble avoir une mauvaise compréhension des structures et raisonnements associés à la géométrie occidentale : nous avons relevé à plusieurs reprises des suppressions et des imprécisions de la part de Nakamura qui tendent à dissimuler les structures de l'architecture euclidienne (par exemple l'aspect arborescent de la présentation des polygones) ou qui posent des problèmes de cohérence logique. En effet, lorsqu'il supprime des énoncés au sein du manuel, le cheminement déductif est parfois altéré, ou plus obscur que dans l'ouvrage de Davies, et l'auteur sacrifie certaines justifications au profit de « raccourcis ».

Néanmoins, plusieurs auteurs cherchent, dès 1875, à simplifier la langue mathématique, notamment grâce au symbolisme (probablement inspirés par les ouvrages américains) ou à l'utilisation de répétitions et de structures de langage fixe.

De plus, certains outils de la langue mathématique, utilisés dans les manuels occidentaux pour mettre en relief les structures du raisonnement, sont adaptés et utilisés, en japonais, par les auteurs du début de l'ère Meiji : pour montrer la fin de la démonstration, plusieurs emploient une abréviation (comme le *q. e. d.* vu dans l'exemple au début de cette présentation) ou une phrase fixe, et certains utilisent des connecteurs logiques (plus ou moins) fixes pour signaler des rapports de déduction ou d'hypothèse à conclusion. Dans un manuel du corpus (*Kikagaku genso*, 1875), on trouve même des « résumés déductifs » des énoncés des propositions employant le symbolisme que je n'ai trouvés dans aucune des sources de référence utilisées par les auteurs japonais (*voir l'image ci-dessous : résumé du théorème de Pythagore*).



En outre, comme l'ont fait les Chinois auparavant et comme on a pu le voir dans le texte de Nakamura, le début de la démonstration (qui, dans les ouvrages occidentaux, est généralement uniquement marqué par un terme fixe – par exemple « for, ... ») est souvent souligné grâce à la mise en exergue du terme *akashi* 証[25] (démonstration). Ces phrases fixes qui marquent le début et la fin des énoncés rappellent celles des problèmes et des procédures du *wasan*. Dans le texte d'Imamura présenté en première partie de cet article, on voit que l'auteur marque par exemple chaque fin de procédure par l'affirmation « Par conséquent on obtient [nature de l'objet mathématique dont on calcule la valeur (longueur, aire, volume)], c'est [titre de fin][26] ». Notons que cette pratique n'est pas spécifique au *wasan* puisque dès les textes de l'Antiquité chinoise, la structure du problème est mise en évidence par des structures de langage : dans les *Neuf chapitres*, chaque problème débute par l'expression *jin you* 今有 (supposons ou supposons qu'on ait) et se termine par l'expression *wen…jihe* 問…幾何 (On demande combien…).

Néanmoins, certaines structures de phrases mathématiques caractéristiques de la géométrie occidentale et utilisées dans les manuels occidentaux de référence ne sont pas transcrites par les auteurs japonais. Par exemple, l'utilisation d'une structure grammaticale fixe pour l'exposition et la détermination, permettant, dans tous les manuels en langue anglaise utilisés par les auteurs japonais, de préciser de manière claire les hypothèses et les conclusions des énoncés, n'est restituée que dans un ouvrage (*Kika shinron*, 1876). Avec le manuel de Nakamura étudié précédemment, on peut par exemple voir que Davies utilise, dans toutes les expositions et les déterminations, les mêmes structures de phrase (mêmes conjonctions, mêmes temps, etc.), alors que Nakamura n'utilise pas une structure fixe : il utilise la forme en *–beshi* (que j'ai traduite par *doivent…*) dans la détermination du théorème 4 et un présent simple dans la détermination du théorème de Pythagore. Nous reviendrons, dans les manuels postérieurs, à cette question de l'exposition-détermination et de la langue mathématique employée dans cette partie des énoncés.

Pour finir sur les manuels des années 1870, on remarque une évolution dès ces dix

25 Il peut également s'agir du kanji ancien 證.
26 Le titre de fin indique en général la nature ou le nom de l'objet géométrique dont on a calculé la valeur.

premières années de traduction. Par exemple, alors que Nakamura semble utiliser plusieurs traductions d'un même terme pour éviter les répétitions (nous avons vu qu'en Chine, l'aspect répétitif des textes occidentaux est l'un des aspects sur lesquels ceux-ci sont critiqués), dès la deuxième moitié des années 1870, Miyagawa n'hésite pas à répéter des expressions, voire une même phrase (avec des données différentes) à plusieurs reprises dans une démonstration.

IV Evolution de la langue mathématique dans les années 1880.

Durant la deuxième période de traduction mise en évidence par Ogura, au niveau des ouvrages utilisés pour l'enseignement, on sort de la situation confuse caractéristique du des années 1870 : certains manuels commencent à se distinguer, notamment, pour l'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires et normales, les écrits de Tanaka Naonori (1853- ?)[27]. Son ouvrage de géométrie (*Kika kyōkasho* - Manuel de géométrie, 1882)[28] que nous étudions ici, est particulièrement représentatif de la nouvelle génération de manuels : d'une part, il se détache de l'influence américaine (cet ouvrage est basé sur des travaux anglais, et en particulier sur ceux de Todhunter), et, d'autre part, il est élaboré à partir de la compilation de plusieurs manuels étrangers, contrairement aux ouvrages précédents qui résultaient de la traduction d'un manuel unique.

Dans les manuels des années 1880, des remarques et justifications quant à la terminologie employée apparaissent dans les préfaces des auteurs. Par exemple, les auteurs se positionnent par rapport aux débats qui s'élèvent dans la communauté des mathématiciens sur ce sujet. Par contre, les réflexions sur la langue mathématique en elle-même (nécessité de sa précision, traduction des structures grammaticales spécifiques aux énoncés occidentaux, problèmes que posent la langue japonaise dans le cadre des mathématiques, etc.) ne sont pas encore exposées de manière explicite dans les manuels.

Au sein des manuels, on peut voir que des structures grammaticales associées à certains énoncés commencent à se stabiliser : par exemple, les phrases fixes mettant en relief la nature des définitions (c'est-à-dire qui mettent en relief le fait que l'on attribue un nom à un concept géométrique), ou les connecteurs logiques qui lient les assertions d'une démonstration (par exemple la structure « ... *toki ha*... » 「... トキハ...

- lorsque..., ... est souvent utilisée pour exprimer l'implication dans l'énoncé général d'un théorème).

Que pensez-vous de l'exposition et de la détermination proposées par Tanaka ? Et en les comparant avec celle de Nakamura ?

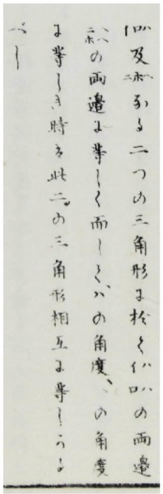
Concernant l'exposition et la détermination, rappelons que les auteurs occidentaux utilisent une forme fixe pour mettre en valeur de manière constante l'hypothèse et la conclusion de la

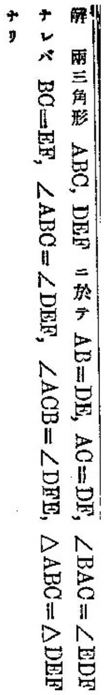
27 D'après Neoi Makoto 根生誠, Meiji ki chūtō gakkō no sūgaku kyōkasho ni tsuite 明治期中等学校の数学教科書について (Sur les manuels de mathématiques utilisés dans les écoles secondaires de l'époque Meiji.), *Sūgakushi kenkyū* 数学史研究 (Recherches sur l'histoire des mathématiques), 152 (1997), 26-48 et Matsubara Gen'ichi 松原元一, *Nihon sūgaku kyōikushi* 日本数学教育史 (Histoire de l'enseignement des mathématiques au Japon, Tokyo : Kazama shobō), vol. 3 (1985), p. 417.

28 Référence complète : Tanaka Naonori 田中矢徳, *Kika kyōkasho* 幾何教科書 (réédition corrigée, Tokyo : Shirai Renichi, 1882).

proposition alors que rares sont les auteurs du début de l’ère Meiji qui restituent cette forme fixe en japonais.

Dès le début des années 1880 en revanche, une forme fixe est utilisée pour l’exposition-détermination dans les deux manuels étudiés, comme dans les ouvrages occidentaux. Dans le manuel de Tanaka : la forme conditionnelle en *-eba* est placée au centre de la phrase « [hypothèse] verbe à la forme en -eba [conclusion] » (「[Hypothèse] ...えば　[conclusion]). De plus, dans cette partie de l’énoncé, les hypothèses ainsi que les conclusions sont exprimées grâce à des expressions symboliques, ce qui donne un aspect clair à la phrase : « [Expressions supposées vraies] nareba [expressions que l’on doit démontrer] ».


イロハ及ニホヘなる二つの三角形に於てイハロハの両邊ニヘホヘの両邊に等しく而してハの角度ヘの角度に等しき時は此二つの三角形相互に等しかるべし


解 両三角形 ABC, DEF ニ於テ AB=DE, AC=DF, ∠BAC=∠EDF ナレバ BC=EF, ∠ABC=∠DEF, ∠ACB=∠DFE, △ABC=△DEF ナリ

Prenons un exemple : la comparaison entre l’exposition-détermination d’un théorème (vu précédemment) dans le manuel de Nakamura (début années 1870) et dans celui de Tanaka (début années 1880).

Traduction du texte Nakamura : Dans les triangles qui sont IRoHa et NiHoHe, lorsque les deux côtés IHa et RoHa sont égaux aux deux côtés NiHe et HoHe, et que (ainsi) l'angle Ha est égal à l'angle He, ces deux triangles doivent être égaux l'un à l'autre.

Traduction du texte de Tanaka : Explication. Dans les deux triangles ABC, DEF, si AB = DE, AC = DF et angle BAC= angle EDF, on a BC = EF, angle ABC = angle DEF, angle ACB = angleDFE et triangle ABC = triangle DEF.

On voit que la terminologie et les structures grammaticales sont complexes chez Nakamura (ex : plusieurs manières d’écrire 2) ce qui rend le texte compliqué et l’identification des hypothèses-conclusions confuse ; alors que, dans le texte de Tanaka, on voit clairement les expressions qui symbolisent les hypothèses avant la forme en *–eba* puis les conclusions qu’il faut démontrer à partir ces hypothèses. Et il utilise cette forme tout au long du manuel.

Ainsi, grâce à une langue mathématique régulière, simple et précise, Tanaka simplifie la compréhension et l’apprentissage des énoncés géométriques. Cela est majoritairement fait grâce à l’utilisation de formules symboliques… Mais est-ce le seul moyen pour simplifier la langue mathématique à l’époque ?

De plus, dans la continuité des travaux de la fin des années 1870, les auteurs des années 1880 cherchent à simplifier la langue mathématique pour clarifier les relations logiques entre les assertions au sein des propositions à l’aide d’expressions symboliques (en s’inspirant de certaines des sources occidentales qu’il utilise) et en n’hésitant pas à utiliser les répétitions. Et, comme certains auteurs rencontrés auparavant, ils structurent le texte pour mettre en valeur les différentes étapes de l’énoncé d’une proposition et leurs caractéristiques. Par exemple, dans le texte de Tanaka, un premier caractère mis en exergue (*kai* 解 - explication) indique qu’on explique (exposition-détermination) et un deuxième caractère mis en exergue (*ron* 論) indique qu’on argumente (démonstration). Notons que cette démarche est également très proche de celle des mathématiciens chinois et jésuites qui, au début du XVIIe siècle, ont proposé la première traduction chinoise des *Eléments* d'Euclide.

Néanmoins, il reste des aspects de la langue de la géométrie élémentaire qui posent problème :

- La terminologie liée aux notions fondamentales de l'architecture euclidienne n'est toujours pas fixée (voir ma thèse).
- Il reste des manuels où les éléments importants du discours argumentatif ne sont pas donnés (exemple : conclusion)
- La mise en évidence du caractère systématique de la justification dans le texte argumentatif euclidien n'est pas forcément restituée.

V La révolution de la langue mathématique dans le *Shotō kikagaku kyōkasho* (Manuel de géométrie élémentaire, 1889) de Kikuchi[29].

Pour mes études, j'étudie l'ensemble de l'œuvre de Kikuchi pour l'enseignement de la géométrie élémentaire, œuvre qui constitue un outil complet pour l'enseignant. Je m'intéresse en particulier au *Shotō kikagaku kyōkasho*, son premier manuel original. Contrairement aux auteurs précédents, lorsque Kikuchi écrit ce manuel, en plus d'être un mathématicien au parcours exceptionnel pour un japonais de l'ère Meiji puisqu'il a suivi ses études à Cambridge, il a déjà de nombreuses expériences dans la rédaction d'écrits destinés à la vulgarisation ou à l'enseignement de connaissances étrangères. Il a déjà publié à plusieurs reprises dans des revues et a également traduit trois ouvrages sur les sciences occidentales. Si son œuvre ne laisse pas encore paraître une véritable vision de l'éducation, elle montre qu'il a déjà réfléchi sur la façon dont on doit enseigner les mathématiques ou les sciences occidentales. Il possède déjà une idée précise des problèmes posés par leur assimilation et s'est exprimé sur ce sujet. Enfin, il a déjà traduit un syllabus de géométrie élémentaire et c'est donc fort d'une riche expérience qu'il rédige son premier manuel original.

Au niveau de la langue mathématique, question qui est au centre de sa réflexion sur la diffusion des matières scientifiques au Japon, Kikuchi est le premier à mettre à jour de façon précise les problèmes posés par la langue japonaise pour l'enseignement de la géométrie. Il souligne notamment pour la première fois que le décalage entre langue parlée et langue écrite pose un véritable problème pour l'enseignement de la géométrie, car l'utilisation des outils logiques nécessite une langue mathématique précise, qui permette à l'élève de prendre en note exactement ce que le professeur dit. Pour remédier à ce problème, contrairement aux auteurs des années 1880, il ne cherche pas à simplifier la langue mathématique grâce aux expressions algébriques mais il établit une langue mathématique simplifiée et normalisée associée au discours argumentatif en géométrie élémentaire.

Pour chaque énoncé de proposition, les mêmes structures grammaticales sont employées. Un ensemble de « phrases modèles » à énoncer à l'oral telles quelles est employé tout au long du manuel, pour souligner les différentes étapes de la démonstration et les relations logiques

29 Référence complète : Kikuchi Dairoku, *Shotō kikagaku kyōkasho. Heimen kikagaku* 初等幾何学教科書. 平面幾何學 (Tokyo : Monbushō henshūkyoku, deuxième édition, 1889).

entre les assertions.

Dans l'exposition et la détermination, des expressions fixes mettent clairement en valeur l'hypothèse et la conclusion de chaque théorème. Pour chacun des théorèmes, Kikuchi utilise en effet les phrases :

- « [Hypothèse(s) en se référant à la figure] *to seyo* » : supposons que… (Utilisation impératif dans les textes mathématiques japonais initiée par Kikuchi)
- « *Shikaru toki ha* [Conclusion(s) en se référant à la figure] *beshi* » : dans ce cas, … doi(ven)t…

Par exemple, pour le théorème de Pythagore :

« **Supposons que**, dans le triangle *ABC*, l'angle *BAC* est un angle droit :

dans ce cas, le carré sur *BC* **doit** être égal à la somme des carrés sur *BA* et *AC*.

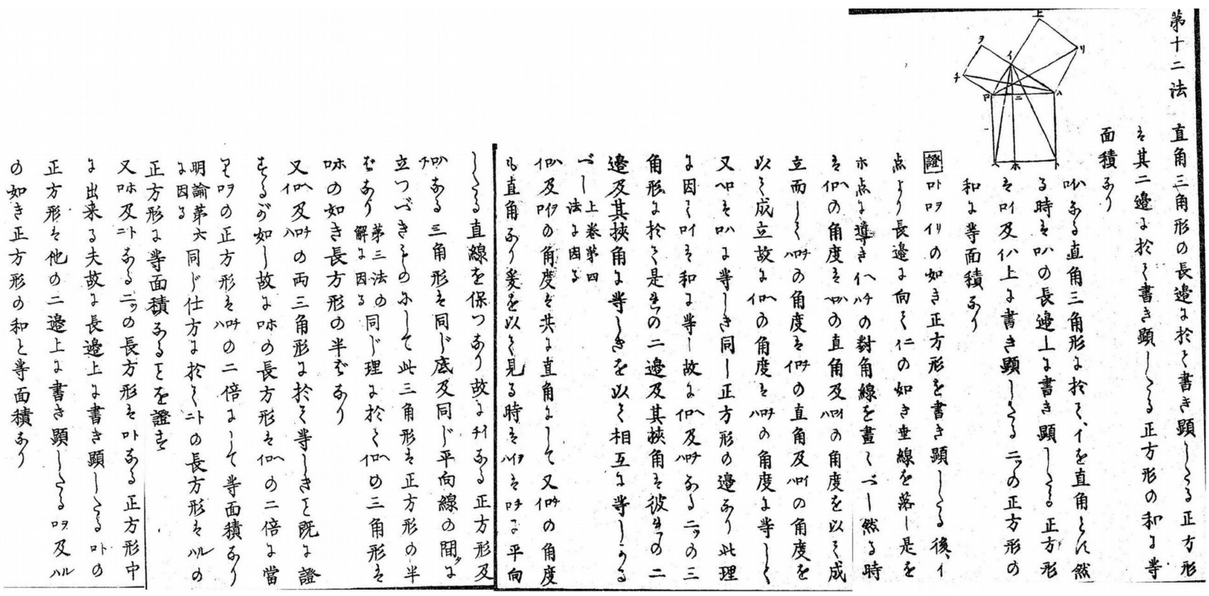
Ainsi, grâce à la mise en place de cette structure fixe utilisée dans tout le manuel, Kikuchi est le premier auteur de notre corpus à faire un tel effort sur la langue mathématique, pour mettre en relief de manière précise et constante l'exposition (et donc l'hypothèse) et la détermination (et donc la conclusion) des théorèmes.

En y ajoutant l'utilisation de la ponctuation occidentale et les retours à la ligne systématiques, il présente un texte clair qui doit être utilisé tel quel à l'oral, et où les structures logiques sont mises en relief. Il travaille également sur l'énonciation tout au long du manuel, pour éviter le plus possible les confusions logiques qui peuvent être dues à la langue mathématique employée.

Conclusion

1) *Ce que ces études sur la langue mathématique révèlent... avec un aperçu de l'évolution du théorème de Pythagore :*

Théorème de Pythagore dans le manuel de Nakamura (1873) :

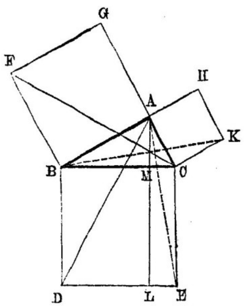


Théorème de Pythagore dans le manuel de Tanaka (1882) :

第五十五題　定義

直角三角形ニ於テ弦ノ平方ハ兩邊ノ平方ノ和ニ等シ

解　直角三角形ABCノBAC角ヲ直角トセバBCノ平方ハBA CAノ兩平方ノ和ニ等シ



論　先ヅAB AC BCヲ邊トシテ三角形外ニ各一箇ノ平方形ABFG, ACKH, BCEDヲ作ルベシ(第五十二題)然ルトキハBAC角ハ直角(題意)ニシテBAG, CAHノ兩角モ亦皆直角ナルガ故ニ(第四十題系一)CAG及ビBAHハ倶ニ直線トナル(第十四題)今AヨリBC邊ヘ垂線ヲ下セバ(第十一題)ABC, ACBノ兩角ハ皆鋭角ナルガ故ニ(第十七題系一)此垂線必ズBCノ間ニテBC邊ニ會スベシ(第十七題系三)其會點ヲMトス然ルトキハDBM角ハ直角ニシテ(第四十題系一)AMB角亦直角ナルガ故ニ(本題作法)此兩角相等シ(第十三題、公理一)故ニAMハBDニ平行ス(第二十九題)又同理ニテAM CE平行ナルヲ知ル此ニ由テAMヲ引長セバ(公法四)竟ニDEニ會スルヲ知ル(公理十七)其會點ヲLトス又AD FCヲ作ルベシ(公法二)然ルトキハABF, CBDノ兩角ハ倶ニ直角ナルガ故ニ(第四十題系一)相等シ(第十三題、公理一)此兩等度ニ各ABCノ角ヲ加フレバ∠CBF＝∠ABD(公理二)是故ニ兩三角形CBF, ABDニ於テBC＝BD, BF＝AB(第四十題系二)ニシテ其夾角CBF, ABD相等シ故ニ△CBF＝△ABD(第四題)而シテ又平方形ABFGト三角形BCFトハ同底ニシテ同ジ平行線FB GCノ間ニ在リ故ニ$\overline{AB}^2$＝2△BCF(第四十七題)又直方形BDLMト三角形BADトハ同底ニシテ同ジ平行線BD ALノ間ニ在リ故ニBDLM＝2△BAD(第四十七題)此ニ由テ$\overline{AB}^2$＝BDLM(公理十)ナルヲ知ル又同法ニテ$\overline{AC}^2$＝CELMナルヲ知ル是故ニ$\overline{AB}^2+\overline{AC}^2$＝BDLM＋CELM＝$\overline{BC}^2$(公理二)ナルヲ證ス

Théorème de Pythagore dans le manuel de Kikuchi (1889) :

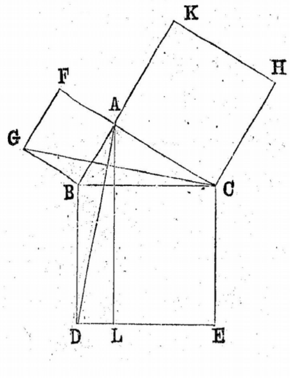
定理 9. 直角三角形 ニ 於テ, 斜邊 ノ 上 ノ 正方形 ハ 他ノ 二ツノ 邊 ノ 上ノ 正方形 ノ 和ニ 等シ.

三角形 ABC ニ 於テ 角 BAC ヲ 直角 ナリ トセヨ:
然ルトキハ BC ノ 上ノ 正方形 ハ BA 及 AC ノ 上ノ 正方形 ノ 和 ニ 等シカル 可シ.

(此 定理 ハ 頗ル 重要 ナル ヲ 以テ 二ツノ 異ナレル 證明 ヲ 掲ク.)

第一 證明法.

BC ノ 上ニ 正方形 BDEC ヲ; AB ノ 上ニ 正方形 BAFG ヲ; AC ノ 上ニ 正方形 ACHK ヲ 作レ; AL ヲ BD ニ 平行ニ 引キ; AD, CG ヲ 結ヒ付ケヨ;



角 CBD, ABG ハ 各 直角 ナル ヲ 以テ, 相等シ;
角 ABC ヲ 双方 ヘ 加フレハ,
角 ABD ハ 角 GBC ニ 等シ;
然レハ 三角形 ABD, GBC ニ 於テ,
二ツノ 邊 AB, BD ハ 夫々 二ツノ 邊 GB, BC ニ 等シク,
夾角 ABD ハ 夾角 GBC ニ 等シキ ヲ 以テ,
二ツノ 三角形 ハ 全ク 相等シ; I, 9.
今 BAC, BAF ハ 各 直角 ナル ヲ 以テ, FAC ハ 一 直線 ナリ; I, 3.
故ニ 三角形 GBC ト 正方形 BF ハ 同シ 高サ ニシテ, 同シ 底邊 GB ノ 上ニ 在リ;
故ニ 正方形 BF ハ 三角形 GBC ノ 二倍ナリ; III, 2.
同様ニ 矩形 BL ハ 三角形 ABD ノ 二倍ナリ;
故ニ 矩形 BL ハ 正方形 BF, 即 AB ノ 上ノ 正方形 ニ 等シ:
同様ニ 矩形 CL ハ AC ノ 上ノ 正方形 ニ 等シキ ヲ 證明スル ヲ 得:
而シテ 矩形 BL 及 CL ハ 合セテ BE, 即 BC ノ 上ノ 正方形 ニ 等シ;
故ニ BC ノ 上ノ 正方形 ハ AB 及 AC ノ 上ノ 正方形 ノ 和 ニ 等シ.

Ainsi, mes études montrent l’évolution générale de la langue mathématique japonaise de l'ère Meiji (notamment au niveau syntaxique ici) dont on voit plusieurs étapes. Elles révèlent également que les différents aspects de la langue mathématique associée à géométrie occidentale se fixent progressivement dans la langue japonaise. Nous avons vu qu'il existe des aspects de la langue mathématique ancrés dans la culture occidentale (et donc très peu commentés par les auteurs) qui mettent du temps à se fixer au Japon, probablement car ils sont très éloignés dans conventions traditionnelles. Il faut attendre les travaux de Kikuchi, mathématicien formé en Angleterre, pour voir un texte aéré et précis qui met en évidence les structures du raisonnement.

2) *Conclusion générale :*

Pour cette présentation, j'ai voulu me concentrer sur l'analyse précise de l'évolution des textes mais ces résultats sont à mettre en perspective :

- avec l'évolution de la formation des auteurs et avec l'établissement progressif de lieux où la communauté des mathématiciens peut débattre sur les connaissances à importer. Les premiers traducteurs, peu formés, proposent en général uniquement des « traductions » d'un ouvrage américain (ils doivent réfléchir aux problèmes de traduction, déjà conséquents) ; mais, lorsqu'ils deviennent mieux formés aux mathématiques occidentales, les auteurs se mettent à utiliser plusieurs ouvrages américains et européens et ils les compilent, ce qui implique qu'ils ont un regard critique sur ces sources ; enfin, la nouvelle génération d'auteurs qui, comme Kikuchi, a suivi des études en Europe ou aux Etats-Unis, proposera des œuvres originales, grâce à un regard plus critique (on peut se demander dans quel mesure) sur les différentes traditions d'enseignement en Europe et aux Etats-Unis.
- avec l'évolution du système scolaire et de la formation du corps enseignant.
- avec la situation internationale et les différentes écoles européennes et américaines : les choix des auteurs japonais (notamment en termes de langue) sont déterminés par les choix des auteurs occidentaux. La nouvelle génération d'auteurs citée dans le premier point doit se demander quelles sont les caractéristiques de la langue mathématique dans les différentes traditions occidentales pour élaborer de manuels originaux, mieux adaptés au cas japonais… Mais est-ce vraiment cela que nous constatons ?

3) *Des résultats intéressants pour les didacticiens ?*

Toujours attirée par la didactique des mathématiques (ma co-directrice de thèse étant Viviane Durand-Guerrier), j'ai rencontré en 2015 Bernadette Denys, qui avait notamment élaboré un *Lexique Mathématique Fondamental Français-Japonais*, paru en 1993. Puis, mes rencontres avec Christophe Hache et Miyakawa Takeshi m'ont permis d'établir un proto-projet que j'ai présenté lors du séminaire de Reims :

Au Japon, en France et dans bien d'autres pays, les didacticiens des mathématiques ont constaté que la preuve et ses procédés de raisonnement représentent un des sujets les plus difficiles pour les élèves dans les écoles secondaires. Avec Miyakawa Takeshi de l'Université de Joestu au Japon, nous avons engagé un projet qui mêle histoire de l'enseignement des mathématiques et didactique des mathématiques pour apporter des nouvelles réponses aux questionnements liés à ce problème. Miyakawa a comparé, d'un point de vue didactique, l'enseignement de la démonstration dans les classes de collège françaises et japonaises. Et, parmi les recherches effectuées durant mon doctorat, j'ai étudié, d'un point de vue historique, l'enseignement de la géométrie dans les écoles secondaires, en m'attachant en particulier à souligner l'évolution des preuves et de leur langue. Nos études se focalisent toutes les deux sur les manuels utilisés pour l'enseignement et nous avons tous deux souligné les caractéristiques des preuves en jeu dans nos travaux.

L'objet de cette collaboration était, tout d'abord, l'étude de l'évolution de l'enseignement de la preuve en géométrie, entre l'ère Meiji (lorsque les premières « preuves géométriques » héritées d'Euclide écrites en japonais apparaissent) et aujourd'hui. Entre le moment où j'ai participé au séminaire de l'IREM de Reims et aujourd'hui, j'ai effectué un séjour de deux mois à Jōetsu (financé par la JSPS) pour travailler avec Miyakawa. Nos premières études ont permis de mieux comprendre les différents facteurs qui ont déterminé la forme actuelle de la preuve dans les manuels de géométrie et d'apporter des nouveaux éléments de réflexion sur les études en didactique des mathématiques au Japon (article présenté à CERME en février 2017).

Le but de ces recherches est de développer une collaboration à long terme, dans laquelle les méthodologies de deux domaines de recherche complémentaires (la didactique des mathématiques et l'histoire de l'enseignement des mathématiques) sont mobilisées pour améliorer l'enseignement de la géométrie au Japon, afin que les élèves surmontent les difficultés liées à la démonstration en géométrie et à sa langue. Dans un deuxième temps, nous envisageons d'effectuer des études comparatives entre le Japon et la France pour importer ces réflexions dans les recherches sur la didactique des mathématiques en France.