LA GEOMETRIE DES SULBASUTRAS

Exemple de géométrie rituelle de l'Inde védique : l'agrandissement de l'autel en forme de faucon

Olivier KELLER (1)
Irem de Lyon

1 — Note historique.

Malheureusement, on ne sait rien de l'Inde védique, sinon par des textes [2] auxquels il est impossible de donner une date précise. La période védique de l'histoire de l'Inde fut précédée par la civilisation dite de l'Indus (–2400 à –1700), découverte à partir de 1927 par la mise au jour des villes d'Harappa et de Mohenjo-daro. L'évidence archéologique est abondante, mais l'écriture n'a pu être déchiffrée. A l'inverse, la période védique (–1500 à –500) nous offre une abondance de textes en sanskrit mais n'a laissé aucune autre trace archéologique ; même son origine supposée, une invasion de tribus aryennes, n'est étayée que par des spéculations d'ordre linguistique. Les régions à scruter, comme le dit Jean Varenne, sont parmi les plus disputées de l'Asie, où se croisent les frontières de l'ancienne URSS et de la Chine, de l'Inde et du Pakistan ; il est donc possible qu'un avenir plus pacifique permette des fouilles et nous apporte des révélations. D'après le même auteur, c'est en fin de période que le védisme, confronté aux tout jeunes bouddhisme et jaïnisme, éprouva le besoin de mettre par écrit et de codifier ce qui jusque-là n'était que traditions orales ; ce fut un travail de plusieurs siècles, probablement entrepris à partir du 8° siècle avant notre ère — apparition du jaïnisme —, et qui accoucha d'une énorme littérature sanskrite de milliers d'hymnes totalisant des dizaines de milliers de vers. Le *Satapatha Brahmana*

1 Je remercie Jean-Michel Delire pour son aide, en particulier pour sa traduction en cours de Baudhayana. J-M. Delire est chercheur à l'Institut de Philologie et d'Histoire Orientales à l'Université Libre de Bruxelles.

2 On dispose d'extraits des hymnes védiques (magnifiques) en français, édités par Louis Renou et Jean Varenne. Voir la Bibliographie.

à lui seul, dans sa traduction anglaise, occupe 2000 pages.

Le *Veda*, terme qui signifie savoir, science « par excellence », possède donc un canon tardif composé de textes disparates au premier abord. Classés d'après la catégorie de « fonctionnaires » du sacrifice auxquels ils s'adressent, on obtient les recueils (*samhitas*) suivants : le *Rg Veda* destiné aux verseurs de l'oblation, le *Jayur Veda* des préposés aux manipulations pratiques, le *Sama Veda* des chantres et l'*Atharva Veda* des chapelains royaux. A ces *samhitas* s'ajoutèrent plus tardivement, pour chaque *Veda*, un *Brahmana* (exégèse du rituel), une *Upanisad* (court traité spéculatif) et des *sutras* (prescriptions rituelles sous forme d'aphorismes). Ces compilations nous sont en outre parvenues avec des titres, noms des clans familiaux qui en assurèrent la transmission.

Les *Sulbasutras* sont une section des *sutras* consacrée aux règles de construction d'autels sacrificiels. Nous disposons de quatre textes complets, traduits en anglais par Sen et Bag, avec le nom de leurs auteurs : Baudhayana, Manava, Apastamba, Katyayana. Ce sont des textes remarquablement courts puisqu'à eux quatre, dans leur traduction anglaise, ils n'occupent que soixante-six pages. *Sulba* signifie « corde » et les *sulbakas*, experts géomètres védiques, étaient de remarquables « tendeurs de cordes » ; Démocrite se déclarait supérieur aux tendeurs de cordes égyptiens, qui n'ont laissé aucun écrit, alors que nous avons des témoignages indiens abondants. Malgré cela, malgré aussi les similitudes étonnantes entre les problèmes abordés par les tendeurs de cordes indiens et certains problèmes euclidiens, les *Sulbasutras* sont peu en vogue et peu étudiés : les traductions de G.Thibaut, en 1877 et 1882, sont introuvables et celle de Sen et Bag, publiée en 1983, ne connaît qu'une diffusion confidentielle.

Ces textes sont, comme les *vedas* dont ils font partie, extrêmement difficiles à dater [3]; et même si les experts finissaient par se mettre d'accord, le problème de la naissance et de l'origine des savoir-faire qu'ils expriment ne serait pas résolu pour autant puisque les *sulbakas* ont probablement codifié une tradition orale millénaire. Les chercheurs semblent assurés qu'ils sont antérieurs aux *Eléments* d'Euclide, mais là n'est pas le plus important ; tout d'abord, on trouve des allusions assez nombreuses aux « anciens », comme dans le Manava 11-17 : « On fait les côtés avec 3, 4 et 5 ; ceux des autres sont faits en multipliant par ce que l'on veut, suivant le besoin des autels ; c'est ce qui a toujours été indiqué par les anciens maîtres », qui confirment l'hypothèse d'une assez longue tradition autochtone de savoir-faire mathématicien. Mais surtout, l'idée que les *sulbakas* auraient pu piller Euclide se heurte à une objection de fond : ils auraient eu le plus grand mal à déchiffrer une somme abstraite d'*Eléments*, infiniment éloignée dans le style et dans les méthodes de leurs propres traditions, traditions qui sont à rapprocher au contraire des mathématiques babylonniennes, égyptiennes et chinoises de l'époque Han. Même si, dans l'avenir, il finissait par être prouvé que les *Sul-*

3 Les estimations sont, ici comme dans le cas des invasions aryennes, fondées sur des arguments linguistiques ; le style des Sulbasutras est comparé à celui du grammairien Panini, qui aurait vécu au quatrième siècle avant notre ère et codifié la langue. L'ordre chronologique qui en résulte, et qui est généralement accepté, est le suivant : Baudhayana, Apastamba, Manava, Panini, Katyayana. Mais les dates des textes védiques varient énormément d'un auteur à l'autre : pour les Brahmanas, les estimations vont du 10° au 6° siècle avant notre ère ; pour les Upanisads, du 9° au 4°. On admet souvent que le Rg Veda fut rédigé au plus tard au 10° siècle, mais cela met à mal la théorie de Varenne — fondée sur des faits nouveaux ? — qui fait démarrer les rédactions au moins deux siècles plus tard.
Les dates des quatre Sulbasutras varient dans une fourchette allant du 5° au 3° siècle.

basutras sont postérieurs aux *Eléments*, cela ne changerait rien au fait que, comme le *Jiuzhang suanshu*, assurément plus tardif que la somme euclidienne, ils sont d'*esprit* pré-euclidien, ils appartiennent à la vieille école des mathématiques primitives.

Il est surprenant que les *Sulbasutras* aient aussi peu attiré l'attention des historiens des mathématiques, malgré leur très grande originalité : les textes mathématiques védiques se présentent en effet explicitement comme annexes d'un rituel, et non comme des traités autonomes de géométrie, et cela leur donne un « cachet » unique dans l'histoire écrite des mathématiques, ne serait-ce que parce qu'ils sont clairement motivés. D'autre part ces textes présentent des similitudes frappantes, non seulement avec certains problèmes du Livre II des *Eléments* d'Euclide, mais avec les méthodes euclidiennes qui s'attachent à construire géométriquement toutes les figures et leurs modifications : les instruments consistent en une corde et des piquets chez les techniciens du culte védique, en des droites et des cercles chez le théoricien grec. En particulier, le problème de la construction de figures égales en aires est au centre des Livres I et II des *Eléments*, et il est également au centre des *Sulbasutras* ; les Grecs se sont en outre posé le problème de la construction de figures égales en volume, et on sait qu'ils ont buté sur la duplication du cube, c'est-à-dire la construction d'un cube de volume double d'un cube donné, qui est impossible à la règle et au compas. Or ce cube est un autel ou un tombeau, d'après le commentaire d'Eutocius aux œuvres d'Archimède [4] : on peut se demander alors si une partie au moins des mathématiques euclidiennes n'auraient pas une lointaine origine mythique-rituelle ressemblant au védisme.

On peut se demander encore, au vu des nombreux rituels « mathématisés » que révèle l'enquête ethnographique, si les mathématiques védiques ne sont pas l'expression d'une des formes les plus abouties, dans l'état actuel de nos connaissances, d'une gestation de la géométrie au sein de la pensée primitive mythique-rituelle, avant l'accouchement proprement dit dû au travail de la nouvelle pensée philosophique née en Grèce antique [5].

Nous présentons ici quelques *sutras*, dans leur concision et pour certains leur obscurité originales, extraits des *Sulbasutras* de Baudhayana et Katyayana, d'après la traduction du sanskrit en anglais par Sen et Bag (1983), *The Sulbasutras of Baudhayana, Apastamba, Katyayana and Manava with Text, English Translation and Commentary* ; nous avons parfois également utilisé la traduction du sanskrit en français de Jean-Michel Delire (1993). Nous y avons joint quelques commentaires succincts pour que le lecteur comprenne de quoi il s'agit.

Les extraits ont été choisis de telle sorte que le lecteur puisse se faire une idée précise et complète de la façon fort élégante dont était résolu le problème, très important rituellement, de l'agrandissement homothétique d'un autel en forme de faucon [6], problème qui mobilise une très grande partie des connaissances mathématiques présentes dans les *Sulbasutras*.

Le fait que les textes que nous présentons soient motivés, dans le sens où ils sont des éléments d'un rituel, ne signifie pas que la liaison entre le mythe et la ritualisation géométrique soit immédiate et limpide. Je soumets au lecteur les grandes lignes de l'interprétation développée dans ma thèse.

4 Archimède. 1970. Œuvres, Tome IV : commentaires d'Eutocius et fragments. Trad. Charles Mugler. Paris: Les Belles Lettres.

5 Ce point de vue est développé dans Keller (1998).

6 Pour les motivations mythiques-rituelles, on pourra consulter Renou, Varenne, les travaux de Jean-Michel Delire et la thèse de Keller.

a) — Le rite est un rite de sacrifice ; la fonction de l'objet sacrifié (denrée alimentaire, animal et peut-être même humain) est double : il est d'abord la substance intègre, l'énergie sacrée concentrée qui, coupée ensuite en morceaux ou répandue dans l'espace par le feu et par la parole de l'officiant, devient créatrice, redonne naissance au monde suivant le modèle d'une naissance primordiale. Le sacrifice est donc reconstruction effective, et non simple commémoration, et par là il manifeste l'intelligence du monde.

b) — La même « quantité » d'énergie peut diversement s'incarner, et la reproduction rituelle en sera la construction de figures diverses de même aire, souvent égale à 7,5 pour des raisons de correspondance numérologique avec des démiurges ; ces figures sont, entre autres, des triangles, des losanges, des cercles. D'où, par exemple, des formulations de quadrature du cercle et inversement de circulature du carré. Mais d'autre part la création est extension d'une même force créatrice, et la reproduction rituelle en sera par exemple l'extension homothétique de l'autel en forme d'oiseau, dont nous donnons le détail ci-dessous.

c) — Les formes, leur extension et leurs transformations rigoureuses les unes dans les autres, sont un moyen inventé pour résoudre la contradiction entre le mythe, qui exprime à la fois l'unité du monde et les infinies transformations de ses éléments les uns dans les autres, et le rite, qui doit déterminer cette dialectique universelle en des gestes précis et des objets précis. La mathématique, en tant que quantité déterminée, participe du rituel. Comme rituel concret, elle s'oppose d'abord violemment à la poésie du mythe universel des êtres se transformant les uns dans les autres : elle est froide, absurdement minutieuse, maniaque. Mais comme forme abstraite qui se transforme et qui s'étend, elle récupère le mouvement spontané de la pensée primitive en donnant aux analogies innombrables une forme extérieure déterminée, faute de leur donner un véritable contenu.

d) — Il s'agit de création ; tout doit donc sortir du sacrificateur lui-même identifié au démiurge primordial. C'est de lui que doivent surgir la mesure et la forme : l'unité de base est le *purusa*, égale à la hauteur d'un homme les bras levés. Faute de pouvoir créer à partir de rien, le rituel cherche à créer à partir de presque rien ; pour ce qui nous concerne, il s'agit de cordes et de piquets, qui font penser à la règle et au compas grecs. Ce minimalisme de départ donne nécessairement naissance à un corpus de constructions géométriques qui s'enchaînent les unes les autres, ou plus exactement qui tentent de le faire ; telle est la nature des *Sulbasutras*.

2 — Extraits des *Sulbasutras*

A) Méthodes générales [7]

1 - 1 Les diverses constructions de foyers sacrificiels vont être données.

1 - 2 Nous allons expliquer les méthodes de mesure des aires de leurs figures sur le sol.

1 - 4 Si l'on veut un carré, une méthode est de prendre une corde de longueur égale au carré donné, faire des nœuds aux deux extrémités et une marque en son milieu. On trace la ligne et on plante un piquet en son milieu. On fixe les deux nœuds au piquet et on trace un cercle avec la marque. Deux piquets sont plantés aux deux extrémités du diamètre.

7 Extraits des Sulbasutras de Baudyayana.

Un nœud étant fixé à l'est, on trace un cercle avec l'autre ; la même chose à l'ouest. Le second diamètre est obtenu des points d'intersection de ces deux ; on plante deux piquets aux deux extrémités du diamètre. Avec deux nœuds fixés à l'est, on trace un cercle avec la marque ; on fait la même chose au sud, à l'ouest et au nord. Les points d'intersection donnent le carré.

Commentaire : construction d'un carré « à la corde et au piquet ». Soit c la longueur de la corde, qui détermine le côté du carré ; tracer successivement : la ligne est-ouest EO = c et son milieu I, le cercle C de centre I et de rayon c/2, les cercles de centres E et O et de rayon c dont les intersections déterminent la ligne nord-sud NS (les points N et S sont placés sur le cercle C), et enfin les quatre cercles de centres E, O, N et S et de rayons c/2. Les quatre sommets du carré sont les intersections (autres que I) de ces cercles.

1 - 5 Maintenant une autre. Faire des nœuds aux deux extrémités d'une corde de deux fois la mesure et faire une marque au milieu. C'est pour la ligne est-ouest. Sur l'autre moitié, à une distance plus courte d'un quart, faire une marque appelée *nyancana*, puis une marque au milieu pour les coins. Les deux nœuds fixés aux deux extrémités de la ligne est-ouest, tendre la corde vers le sud par la *nyancana* ; la marque du milieu détermine les coins est et ouest[8].

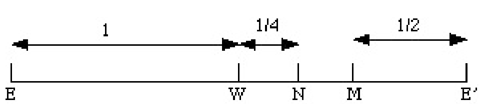

Figure 1

Commentaire : construction du même carré de côté c avec un triplet pythagoricien. On marque une corde de longueur EE' = 2c, avec W en son milieu ; WN = 1/4 c et ME' = 1/2 c (Fig.1). Attacher les extrémités E et E' de la corde à deux piquets plantés en E et en W, et tendre la corde vers le haut en la tenant en N (Fig.2). On obtient un triangle rectangle d'hypothénuse EN=5/4, et de côtés EE' = 1 et E'N = 3/4. Le point M est l'un des « coins » du carré ; la même opération, mais en tendant la corde vers le bas, donne le deuxième « coin » du carré en M. Les deux derniers « coins » sont obtenus de même, après avoir inversé l'orientation de la corde.

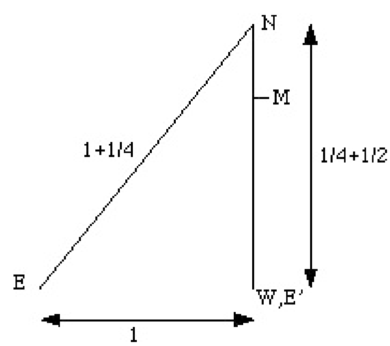

Figure 2

1 - 9 La diagonale du carré produit le double de l'aire.

Commentaire : le carré construit sur la diagonale d'un carré a une aire double de celui-ci.

1 - 10 La largeur d'un rectangle étant le côté d'un carré donné et la longueur le côté d'un carré double (ou la productrice du double), la diagonale est le côté du carré triple (ou la productrice du triple).

1 - 11 Par là on explique le côté du carré égal au tiers d'un carré donné : c'est le côté du carré neuvième du carré.

8 D'après J.M. Delire, la traduction littérale des «coins est et ouest» est «les épaules et les cuisses» ; cela est dû à une vision anthropomorphe de l'autel, être humain dont la tête est à l'est et les pieds à l'ouest. Les coins est sont alors ceux des épaules, et les coins ouest sont ceux des flancs ou des cuisses. (Delire 1993 p.27)

Commentaire : pour construire un carré dont l'aire est le tiers d'un carré donné, on construit d'abord le triple de celui-ci, comme expliqué en 1-10, puis on en prend le neuvième ; il suffit pour cela de partager chaque côté du carré triple en trois parties. On suppose (d'après un témoignage visuel) que le partage d'un segment en n parties égales se faisait en pliant une corde de même longueur n – 1 fois sur elle-même.

1 - 12 Les aires produites respectivement par la longueur et par la largeur d'un rectangle, donnent ensemble l'aire produite par la diagonale.

1 - 13 Ceci est observé dans les rectangles ayant pour côtés 3 et 4, 12 et 5, 15 et 8, 7 et 24, 12 et 35, 15 et 36.

2 - 1 Si l'on souhaite combiner deux carrés de mesures différentes : couper une partie du plus grand avec le côté du plus petit. La diagonale de la partie coupée est le côté du carré combiné …

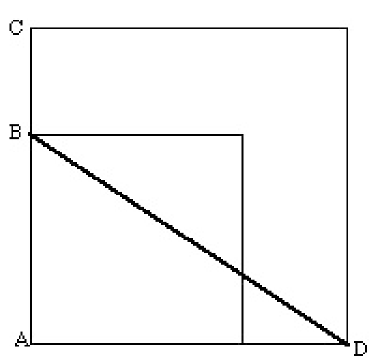

Figure 3 : BD est le côté du carré dont l'aire est la somme des carrés de côtés AB et AC.

Commentaire : voir figure 3.

2 - 2 Si l'on souhaite enlever un carré d'un autre : couper une partie du grand avec le côté du petit que l'on veut enlever. Le côté de la partie coupée est placée en travers de façon à toucher le côté opposé ; par ce contact, c'est coupé. Avec ce qui est coupé la différence est obtenue.

Commentaire : On porte AH=AB ; GH est le côté du carré dont l'aire est la différence des aires des carrés de côtés respectifs AB et AC (Figure 4)

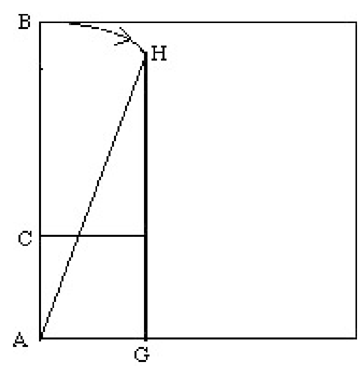

Figure 4

2 - 5 Si l'on souhaite transformer un rectangle en carré, prendre sa largeur comme côté d'un carré ; le reste est divisé en deux parties égales et placé sur deux côtés. La place vide est remplie avec un morceau ; l'enlèvement de ce morceau a déjà été établi.

Commentaire : Pour transformer le rectangle ABCD (fig.5) en carré (de même aire), construire le carré (1) de côté AB, partager le rectangle restant de diagonale ED en deux parties égales, et transférer la partie (2) en (3). Le rectangle ABCD est donc équivalent en aire à la différence des carrés de diagonales respectives AF et EF ; la façon de procéder pour construire cette différence est en 2-2.

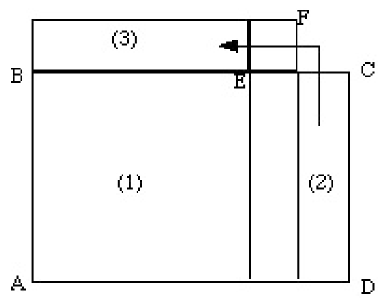

Figure 5

2 - 9 Si l'on souhaite transformer un carré en cercle, tendre la demi-diagonale du centre vers l'est. Avec un tiers ajouté au reste, le cercle est tracé.

Commentaire : formule de la circulature du carré ; reporter (figure 6) le demi-diagonale du carré « vers l'est » en OB ; le rayon du cercle équivalent en aire à ce carré est OC+(1/3)CB.

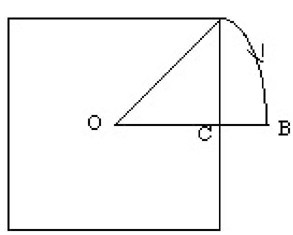

Figure 6

2 - 10 Pour transformer un cercle en carré, diviser le diamètre en huit parties ; diviser une partie en vingt-neuf parties, réduire de vingt-huit d'entre elles puis du sixième moins le huitième.

Commentaire : formule de la quadrature du cercle. Le côté c du carré équivalent au cercle de diamètre d est :

$$d\left(1-\frac{28}{8\times 29}-\frac{1}{8\times 29}\left(\frac{1}{6}-\frac{1}{6\times 8}\right)\right).$$

2 - 11 Ou bien, diviser en quinze parties et le réduire de deux d'entre elles ; cela donne le côté approché [9] du carré.

Commentaire : ou bien c = d – (2/15)d.

2 - 12 La mesure doit être augmentée de son tiers et ceci à nouveau de son quart moins la trente-quatrième partie ; c'est la diagonale du carré.

Commentaire : la diagonale du carré de côté c est : d = $c\left(1+\frac{1}{3}+\frac{1}{3\times 4}-\frac{1}{3\times 4\times 34}\right)$.

B) Application : l'agrandissement homothétique de l'autel en forme de faucon.

8 - 1 Maintenant celui qui désire le ciel doit construire un foyer-autel en forme de faucon.

8 - 5 Un autre *Brahmana* dit : le foyer-autel est celui qui est construit à la ressemblance d'un oiseau, c'est-à-dire d'après l'ombre portée par l'oiseau en vol.

8 - 10 Le corps est un carré de quatre *purusas* [10] ; son aile sud est un carré de un *purusa* rallongé d'un *aratni* [11] sur le côté sud, et de

9 Delire dit «inhabituel» au lieu d'»approché».

10 «Conformément à la tradition, être mesuré avec un purusa signifie être mesuré avec une tige de bambou. On fait deux trous sur une tige de bambou à une distance égale à la hauteur du sacrificateur les bras levés …» Sulbasutras d'Apastamba 8-7 et 9-1.

11 1/5 de purusa.

même pour l'aile nord. Sa queue est un carré de un *purusa* rallongé d'un *pradesa* [12] sur le côté ouest. Ainsi, avec l'addition *d'aratni* et de *pradesa*, le sept-part est réalisé.

Commentaire : schéma (figure 7) du faucon d'après l'ombre portée en vol. Il est composé de sept parties, et son aire totale est de 7,5 purusas carrés.

5 - 1 [13] On va expliquer comment le feu-autel cent-un-parts est obtenu graduellement.

5 - 3 Jusqu'à vingt-et-une parts, le feu-autel doit-être accru d'un *purusa* carré.

Commentaire : théoriquement, l'autel doit être agrandi progressivement, purusa carré par purusa carré — de 7,5 à 21,5 — selon la méthode qui suit.

5 - 4 Pour ajouter un *purusa* à l'autel original en forme de faucon, construire un carré égal à l'autel original avec ses ailes et sa queue, et ajouter un *purusa*.

Commentaire : à partir de l'autel original de 7,5 p. carrés, il faut construire géométriquement un autel de même forme mais d'aire 8,5 p. carrés. On commence pour cela par transformer l'autel original en un seul carré C : l'officiant sait

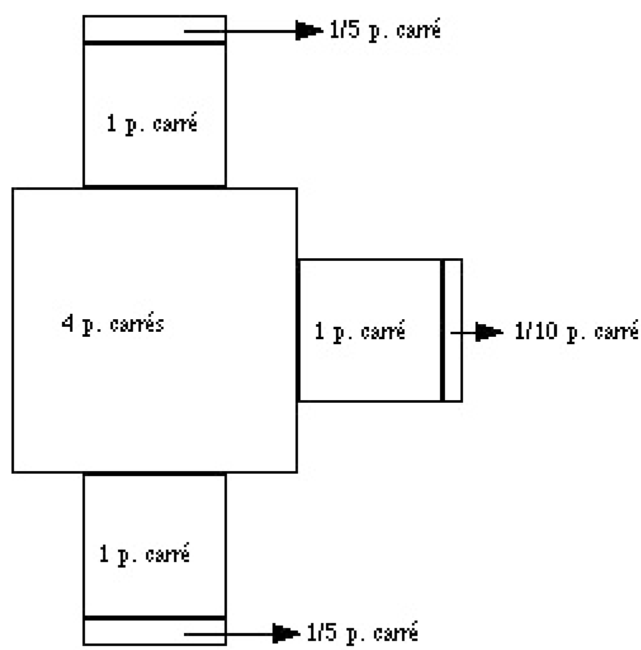

Figure 7

12 1/10 de purusa.

13 À partir d'ici, extraits des Sulbasutras de Katyayana.

en effet, grâce aux *sulbas* précédents, transformer des rectangles (le bout des ailes et de la queue) en carrés, et ajouter des carrés. On peut maintenant ajouter à ce grand carré C un carré de 1 p. carré, et nous avons maintenant un carré C' de 8,5 p. carrés.

5 - 5 L'autel original doit être divisé en quinze parts égales. Deux de celles-ci doivent être transformées en carré. Cela donne l'unité du *purusa*.

Commentaire : Le carré C' de 8,5 p. carrés doit à présent être retransformé en un autel de même forme que le précédent ; *la technique est de construire une nouvelle unité* (le nouveau *purusa*), telle que le nouvel autel ait pour aire 7,5 nouveaux *purusas* carrés. Pour cela : diviser le carré C' en quinze rectangles égaux, en partageant un côté en trois et un côté en cinq, et transformer deux de ces rectangles (2/15 = 1/(7,5)) en un carré C" ; 7,5 de ces carrés C", agencés comme il est prescrit en 8-10, donneront un autel de même forme que le premier et d'aire 8,5 p. carrés.

5 - 7 Ou bien, une aire d'un *purusa*-carré est divisée par cinq lignes des deux côtés. Cinq de ces petites parties doivent être transformées en un carré, dont on enlève le tiers. Le reste est ajouté à un *purusa*-carré. C'est une autre méthode.

Commentaire : il s'agit d'une autre méthode de construction du nouveau *purusa* ; diviser un carré de un *purusa* de côté en 25 parties, transformer le rectangle formé de cinq de ces parties en un carré, et enlever à ce carré son tiers (voir 1-11). On obtient un carré d'aire $\frac{2}{3}\times\frac{1}{5}=\frac{2}{15}=\frac{1}{7,5}$ p. carré ; si on lui ajoute un carré de un *purusa* de côté et que l'on fait un carré de l'ensemble, celui-ci est le nouveau *purusa* carré.

En effet 7,5 de ces carrés auront une aire totale de 7,5 (1 + 2/15) = 8,5 p. carrés.

5 - 10 Ou bien, une aire de un *purusa* doit être divisée par sept lignes des deux côtés ; combiner sept de celles-ci. De cette somme combinée, 1(1/7) *d'angula* [14] par 1 *purusa* doit être soustrait. Le reste est ajouté à un *purusa*. C'est une autre méthode.

Commentaire : abrégé de la liste des opérations pour fabriquer le nouveau carré unité : carré de un p. carré, carré de 7/49 = 1/7 p. carré, puis de 1/7 – (1 + 1/7)(1/120) = 2/15, et enfin 1 + 2/15 comme en 5-7.

6 - 7 Le côté transversal doit mesurer un de moins que le nombre de carrés à combiner en un carré ; les deux côtés doivent mesurer un de plus que cela. On forme un triangle ; l'altitude le produit.

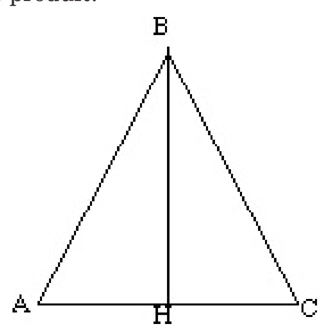

Figure 8

Commentaire : méthode pour transformer n carrés identiques (de côté 1) en un seul carré d'aire n : AC = n–1, AB + BC = n+1, donc

$$BH^2 = \left(\frac{n+1}{2}\right)^2 - \left(\frac{n-1}{2}\right)^2 = n.$$

Le carré de côté BH est donc équivalent à n carrés de côté 1. (Figure 8)

14 1/120 de purusa.

Bibliographie

Bag, A.K. 1979. *Mathematics in Ancient and Medieval India*. Dehli: Chaukhambha Orientalia.

Dedron, Pierre, et Jean Itard. 1959. *Mathématiques et mathématiciens*. Paris: Magnard.

Delire, Jean-Michel. Indian Mathematics in the Context of the Vedic Sacrifice. Article soumis à publication dans la *Revue d'Histoire des Mathématiques* de la Société Mathématique de France.

Delire, Jean-Michel. 1993. Un chapitre du Baudhayana Sulbasutra. Traduction et commentaires concernant les connaissances mathématiques de l'Inde védique. Mémoire, Philologie et Histoire Orientales, Université Libre de Bruxelles.

Keller, Olivier. 1998. Préhistoire de la géométrie : la gestation d'une science d'après les sources archéologiques et ethnographiques. Thèse, Histoire et civilisations (Histoire des sciences), Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris.

Lloyd, Geoffrey E.R. 1993. *Pour en finir avec les mentalités*. Trad. Franz Regnot. Paris: La découverte.

Renou, Louis, ed. 1956. *Hymnes spéculatifs du Véda. Traduits du sanskrit et annotés par Louis Renou*. Paris: Gallimard.

Sarasvati Amma, T.A. 1979. *Geometry in Ancient and Medieval India*. Dehli: Motilal Banarsidass.

Seidenberg, A. 1962. The Ritual Origin of Counting. *Archive for History of Exact Sciences* 2 (1):1-40.

Seidenberg, A. 1983. Geometry of the Vedic Ritual. *Agni* 2:95-126.

Sen, S.N., and A.K. Bag. 1983. *The Sulbasutras of Baudhayana, Apastamba, Katyayana and Manava*. New Dehli: Indian National Science Academy.

Smith, David Eugene. 1958. *History of Mathematics*. 3° ed. 2 vols. New York: Dover.

Staal, F. (éd.).1983. Agni, the Vedic Ritual of the the Fire Altar. 2 vol. Berkeley.

Van der Waerden, B.L. 1983. *Geometry and Algebra in Ancient Civilizations*. Berlin: Springer.

Varenne, Jean. 1967a. *Le Veda. Textes réunis, traduits et présentés sous la direction de Jean Varenne*. Paris: Les Deux Océans.

Varenne, Jean. 1967b. *Mythes et légendes extraits des Brahmanas*. Trad. J. Varenne. Paris: Gallimard.

Varenne, Jean. 1989. Veda. In *Encyclopedia Universalis*. Paris.