

LA CONSTRUCTION DES MOSAÏQUES GÉOMÉTRIQUES ROMAINES : DES MODÈLES POUR L'ÉTERNITÉ

Bernard PARZYSZ*

Je ne m'intéresse pas aux choses voyantes mais aux petits morceaux d'agate, de pierre, de bronze, de poterie, de verre, qui peuvent aider d'une manière ou d'une autre à découvrir quelque pratique ou la main du fabricant.

Comte de Caylus (1692-1765)

Cette citation du comte de Caylus, qui fut l'un des premiers à considérer l'archéologie comme une science, résume assez bien le but que je me suis proposé lorsque je me suis tourné vers l'étude des mosaïques géométriques romaines, à savoir essayer, par l'examen de la production des mosaïstes antiques, en premier lieu d'identifier les modèles géométriques ayant servi à la construction des décors, et si possible de retrouver les gestes de ces artisans, depuis le *pictor* qui dessine le motif jusqu'au poseur de tesselles, afin de tenter d'approcher les connaissances géométriques mises en œuvre. En effet, même si nombre d'archéologues considèrent les mosaïques géométriques comme beaucoup moins dignes d'intérêt que les mosaïques figurées représentant des personnages ou des scènes mythologiques, allégoriques ou historiques, les connaissances et les savoir-faire qu'elles supposent, ainsi que la beauté de certaines réalisations, sont eux aussi, me semble-t-il, dignes d'intérêt, voire d'admiration.

1. Un exemple simple pour commencer.

Les mosaïques sont en général construites sur un réseau d'ensemble dont la fonction est double : d'une part, limiter les dérives dues au cumul des écarts inévitables par rapport au modèle de la répétition du motif de base, et d'autre part, adapter le décor à des emplacements qui n'ont pas exactement la forme qu'il faudrait. Voici (*fig. 1*) un exemple simple de reconstitution du modèle sous-jacent à la construction d'une mosaïque : il s'agit du panneau rectangulaire constituant la partie inférieure d'une mosaïque représentant l'« Ivresse de Dionysos » et provenant d'Antioche (Turquie).



fig. 1 (© Dick Osseman)

Ce décor est constitué de 3 fois 4 « étoiles à 4 points » ; le répertoire de référence pour la mosaïque géométrique [Balmelle *et al.* 2002], ouvrage que je désignerai dans la suite sous le nom de *Décor*, le définit ainsi : « composition orthogonale d'étoiles à quatre points tangentes, déterminant des losanges couchés et dressés (faisant apparaître des octogones sécants et tangents). » C'est une définition purement descriptive, qui ne permet pas d'envisager la structure globale du décor, et encore moins une procédure de construction. On voit au premier coup d'œil que le panneau se laisse aisément décomposer

* IUFM (Université d'Orléans) & Équipe DIDIREM (université Paris-Diderot).

en 3×4 carrés, mais une analyse plus fine fait apparaître d'autres alignements (*fig. 2*). On peut alors proposer un schéma théorique dans lequel chaque étoile s'inscrit dans un carré de 4×4 unités (*fig. 3*).

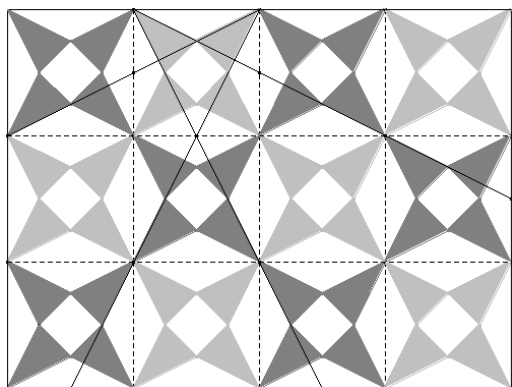


fig. 2

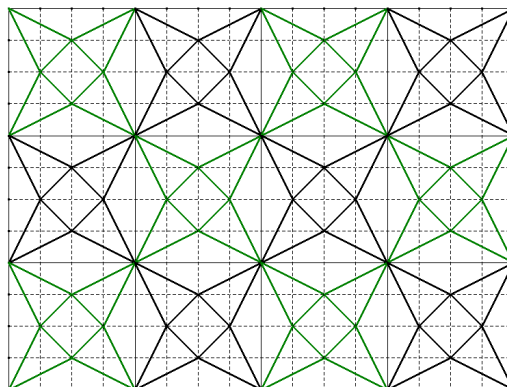


fig. 3

2. Schéma-clé et réseau en tartan.

Un exemple du même type, mais un peu plus complexe (*fig. 4*), est donné par une mosaïque de Thuburbo Majus (Tunisie) [Alexander & Ennaifer 1985]. On y distingue 2×3 octogones (qui paraissent réguliers) et des arcs de cercle sous-tendus par leurs côtés. Le *Décor* le définirait comme « *composition orthogonale d'octogones réguliers adjacents (ici chargés de deux cercles concentriques), les côtés chargés de fuseaux (déterminant des cercles entre les octogones).* »



fig. 4

Il s'agit donc d'abord d'inscrire un octogone régulier dans un carré. Parmi plusieurs possibilités (*cf.* [Parzysz & Munier 2007]), la suivante me semble bien adaptée à notre décor : on trace les diagonales du carré, ainsi que les quarts de cercle centrés aux sommets du carré et passant par les sommets voisins. Les points où ils coupent les diagonales déterminent des lignes de rappel qui permettent de placer les sommets de l'octogone (*fig. 5*).

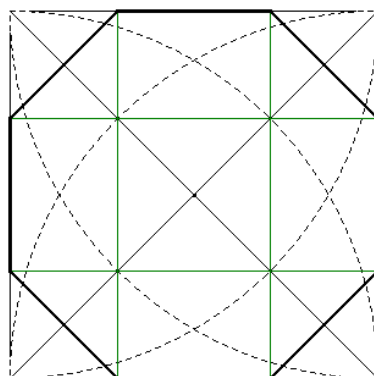


fig. 5

Application à notre décor : après avoir tracé le quadrillage de 3×4 , on trace les cercles ayant pour rayon la maille de ce réseau et centrés aux nœuds dudit réseau (*fig. 6*).

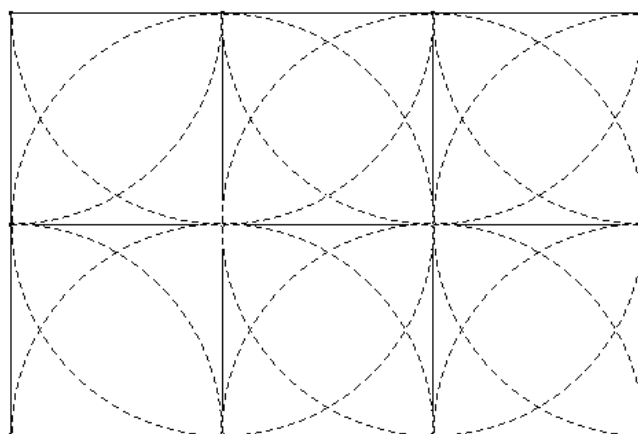


fig. 6

Les intersections de ces cercles avec les diagonales des carrés du réseau permettront tracer des parallèles au quadrillage (en vert sur la *fig. 7*) qui permettront de contrôler les alignements (et éventuellement de les corriger).

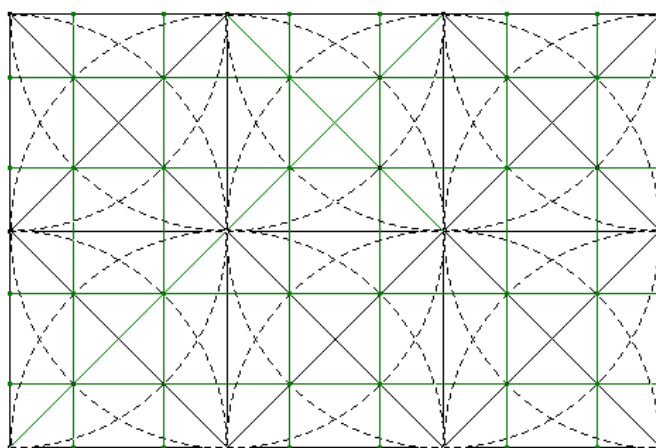


fig. 7

Mais la fonction principale de ces parallèles est quand même de constituer le réseau « en tartan » (c'est-à-dire à deux modules, *fig. 8*) sur lequel viendront se placer les octogones (*fig. 9*).

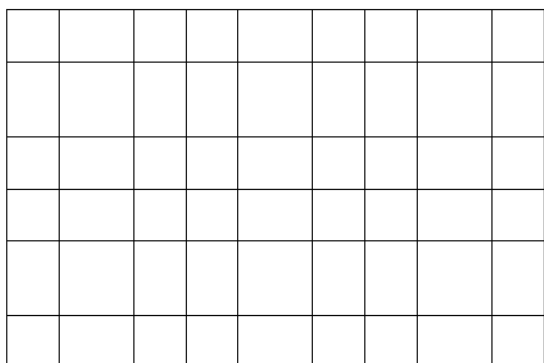


fig. 8

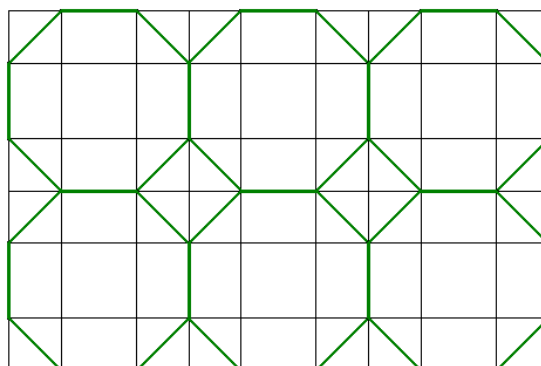


fig. 9

Il s'agit maintenant de tracer les « fuseaux » sur les côtés des octogones. L'observation, sur la figure 4, des cercles centrés aux nœuds du quadrillage initial nous conduit à faire l'hypothèse que toutes les courbes constituant les fuseaux sont des arcs de cercles, ceux-ci étant centrés, soit en des nœuds du

réseau en tartan, soit en des intersections de celui-ci avec des cercles précédemment tracés¹ (fig. 10). Il ne reste plus alors qu'à tracer les petits cercles centraux, qui sont inscrits dans les grands carrés du tartan (fig. 11).

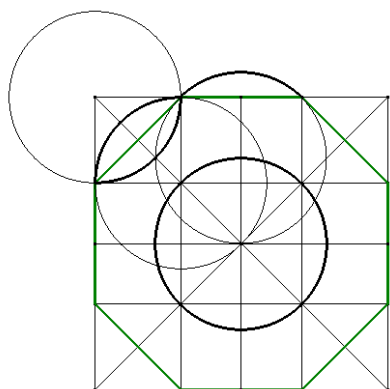


fig. 10

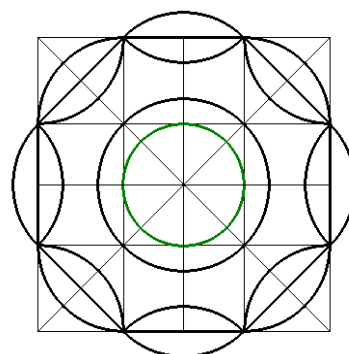


fig. 11

4. On a maintenant le schéma général du décor (fig. 12), qu'on peut comparer à l'original de la figure

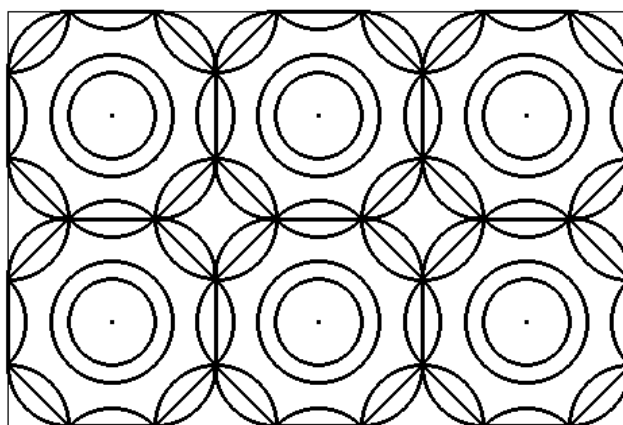


fig. 12

En conclusion : comme la mosaïque le laissait entrevoir, ce décor semble bien fondé sur le schéma-clé de la figure 5 (octogone régulier inscrit dans un carré), qui permet, dans un premier temps, de tracer le réseau en tartan. Et, une fois celui-ci placé, il ne reste plus qu'à tracer les arcs de cercles constituant les fuseaux.

3. Un exemple plus complexe.

Le troisième exemple provient de la maison dite « de Bacchus » à Cuicul (actuellement Djemila, Algérie) [Blanchard-Lemée 1983]. La composition du décor de cette mosaïque végétalisée, très partielle et endommagée, est mieux visible sur le relevé schématisé qui en a été fait par Richard Prudhomme (fig. 13), et qui serait défini par le *Décor* comme « composition triaxiale d'hexagones concaves et de triangles concaves, avec carrés sur la pointe inscrits en intervalle ».

¹ Petit problème de géométrie : pourquoi les quatre cercles de la figure 10 ont-ils le même rayon ?

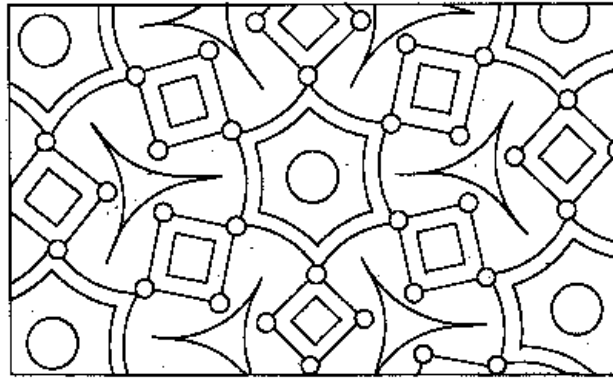


fig. 13

On peut *a priori* y déceler des carrés, des arcs de cercle, ainsi que des alignements. Une étude plus approfondie permet alors d'y déceler également l'imbrication de deux réseaux triangulaires (respectivement en noir et en vert sur la fig. 14). Plus précisément, on peut considérer le réseau noir comme le réseau primaire, le réseau secondaire (vert) étant obtenu comme le réseau des diagonales des losanges constitués de deux triangles équilatéraux ayant un côté commun. On peut aussi identifier, inclus dans le réseau primaire, un réseau tertiaire formé d'hexagones réguliers adjacents (fig. 15).

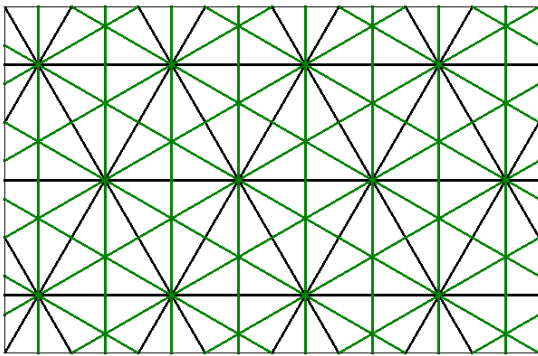


fig. 14

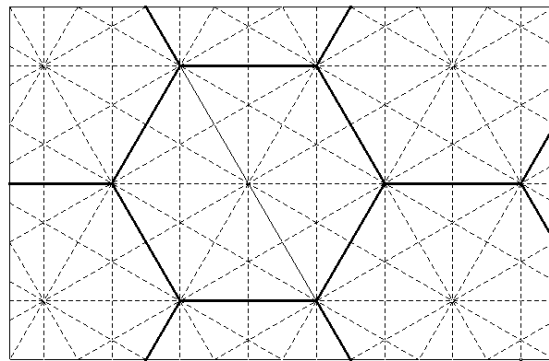


fig. 15

En traçant les deux familles de cercles centrés aux nœuds du réseau primaire et ayant respectivement pour rayons la maille du réseau secondaire et une fois et demie celle-ci, on obtient, d'une part les « hexagones concaves », et d'autre part les « triangles concaves » susmentionnés (fig. 16). Il ne reste plus alors qu'à placer les carrés entre les triangles concaves, inscrits dans des cercles centrés au milieu des côtés des hexagones et ayant pour rayon la moitié de la maille du réseau secondaire (fig. 17).

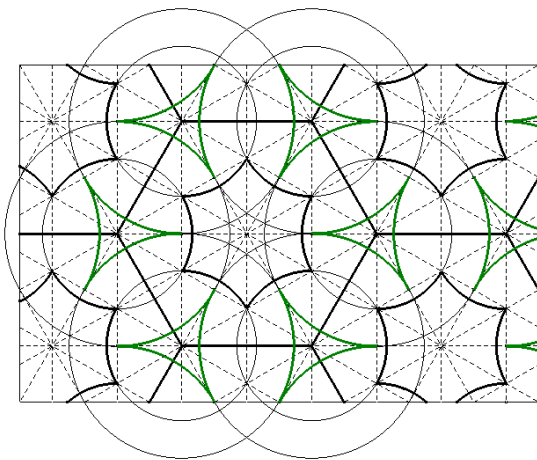


fig. 16

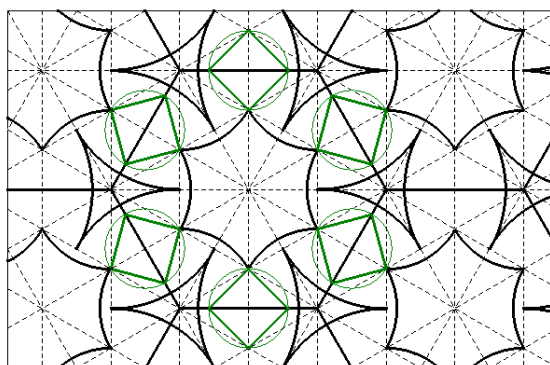


fig. 17

En ajoutant enfin les éléments ornementaux, on obtient un résultat final (fig. 18) que l'on peut comparer au relevé *in situ* de la figure 13.

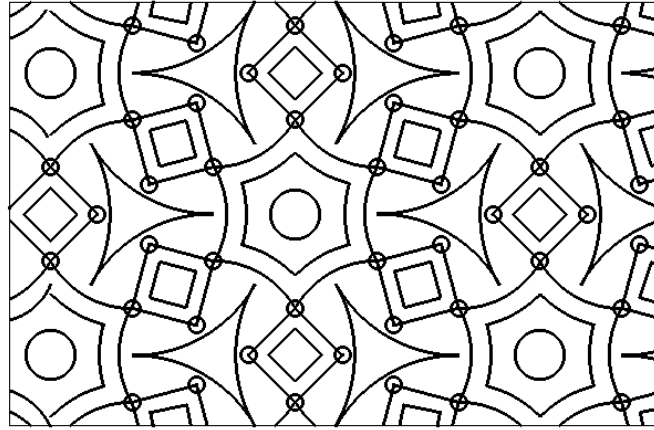


fig. 18

Cet exemple montre clairement l'importance de la mise en place du réseau sur lequel s'appuiera la construction, ici un réseau primaire triangulaire, auquel est ajouté un réseau secondaire, lui aussi triangulaire, et dont est extrait un réseau tertiaire hexagonal. Le réseau primaire est celui qui détermine les centres de tous les cercles construits, tandis que le réseau secondaire fournit les rayons de ces cercles et le réseau tertiaire permet d'identifier les nœuds « utiles » comme centres.

Pour ce qui est du schéma-clé, on pourrait par exemple imaginer un hexagone régulier étoilé (« étoile de David ») dont les côtés sont subdivisés en 6, ce qui permet la réalisation d'un réseau triangulaire ; en outre, le tracé des médiatrices des deux triangles constituant l'étoile détermine un hexagone régulier (fig. 19). Sur cette base, on peut alors placer les uns par rapport aux autres les divers éléments constituant le décor (fig. 20). Mais ce schéma d'ensemble peut paraître complexe (et il l'est sans doute). Tout s'éclaire cependant si on le considère comme la juxtaposition de deux schémas très simples, basés tous deux sur l'étoile de David, l'un montrant la construction de l'hexagone concave (fig. 21) et l'autre celle du triangle concave (fig. 22). Ces deux dessins peuvent constituer les deux schémas-clés [Parzys 2009] permettant l'obtention du décor, accompagnés d'un troisième schéma montrant leur articulation et l'insertion des petits carrés (fig. 23). La construction d'un réseau triangulaire, et l'identification du réseau d'hexagones adjacents permettront la mise en place sans difficulté particulière.

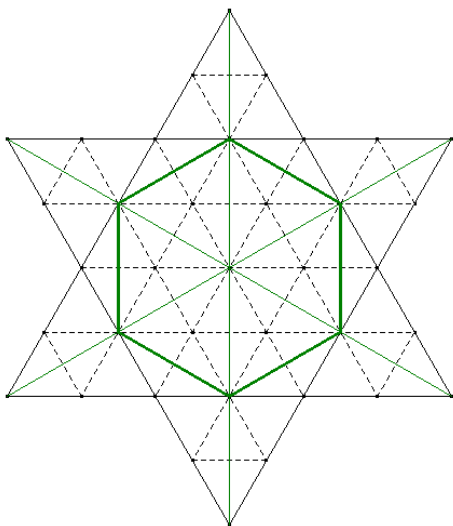


fig. 19

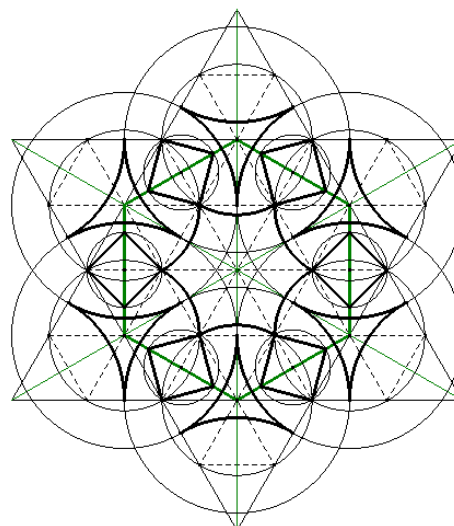


fig. 20

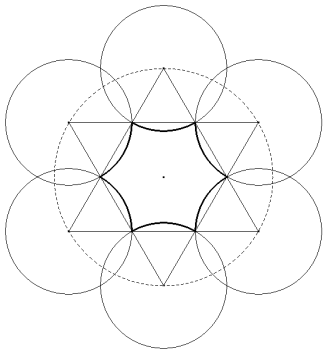


fig. 21

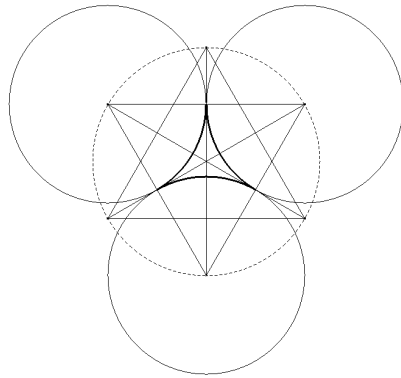


fig. 22

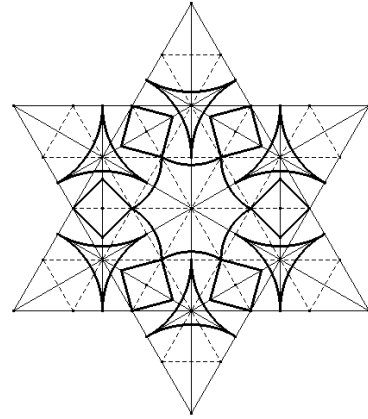


fig. 23

4. D'autres étoiles de David.

L'exemple suivant nous ramène à Thurburbo Majus [Alexander & Ennaifer 1983]. Il concerne cette fois, non plus une composition de surface, mais une composition centrée. Le schéma d'ensemble de cette mosaïque (fig. 24) est défini dans le *Décor* de la façon suivante : « étoile de deux triangles inscrite dans un hexagone et déterminant des triangles, les pointes chargées d'un hexagone inscrit, les triangles d'un cercle inclus »² pour l'ensemble, et « étoile à 6 pointes inscrite dans l'hexagone central et déterminant des losanges (ici l'étoile organisée en nid d'abeilles, les losanges chargés d'un rectangle inscrit) »³ pour la partie centrale. Les médaillons renferment les bustes des principaux dieux et déesses, les signes du Zodiaque et des animaux.

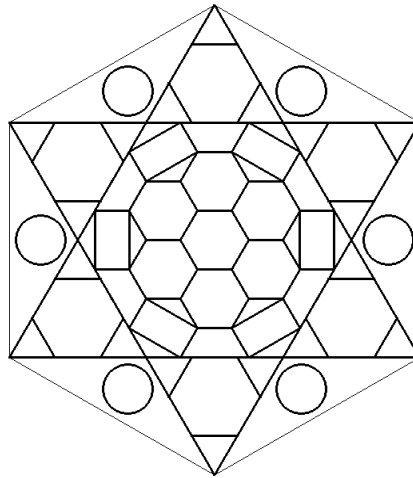


fig. 24

L'étude de cette composition fait apparaître une exploitation intensive de l'étoile de David, qui intervient ici à trois niveaux : pour l'ensemble à l'échelle 1, au centre à l'échelle 1/2 (fig. 25) et sur le pourtour à l'échelle 1/3 (fig. 26). Quant au motif central, il s'obtient par subdivision en 4 des côtés de l'hexagone central, ce qui fournit un réseau triangulaire (fig. 27) dont les nœuds permettent de placer les 7 petits hexagones et les 6 rectangles situés entre les branches de la petite étoile (fig. 28).

² *Décor* 302d.

³ *Décor* 302g.

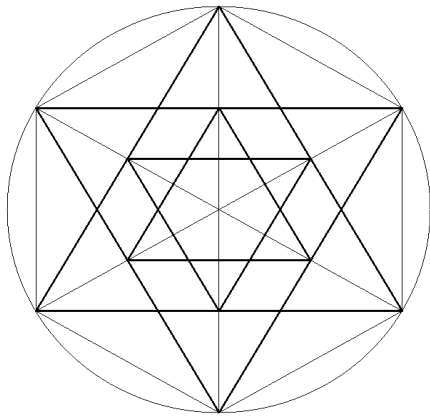


fig. 25

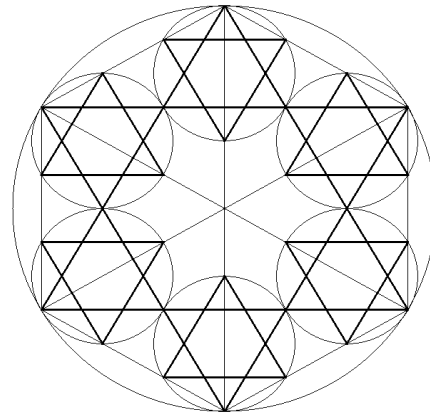


fig. 26

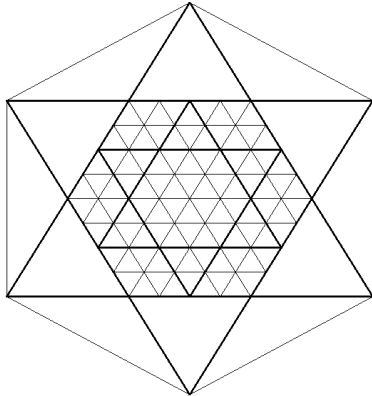


fig. 27

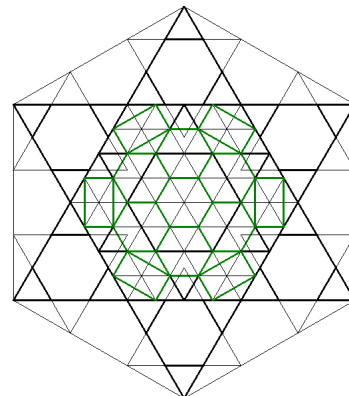


fig. 28

On ne peut, me semble-t-il, qu'être admiratif devant l'imagination et la virtuosité dont ont fait preuve les concepteurs de cette mosaïque comme de la précédente, qui savaient traiter brillamment un même thème, que ce soit avec des droites (Thuburbo) ou avec des courbes (Cuicul).

5. D'autres étoiles... où l'on rencontre un exercice de trigonométrie.

C'est en étudiant une mosaïque du grand amphithéâtre de Pouzzoles, dont voici le relevé (fig. 29) [Demma 2004], que j'ai retrouvé cet exercice, que j'avais dû faire au temps de ma jeunesse.

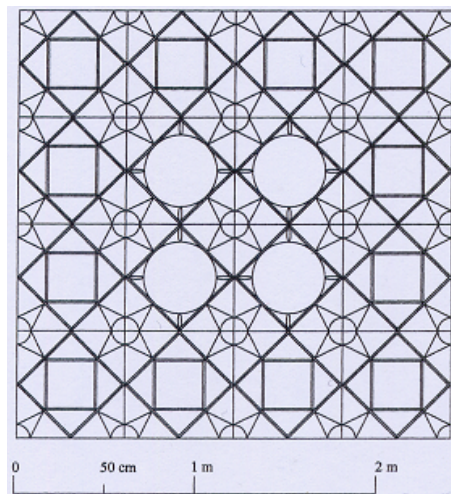


fig. 29

Il s'agit de montrer que $\arctan(1/2) + \arctan(1/3) = \pi/4$.

La démonstration n'est guère difficile, grâce à la formule donnant $\tan(2x)$ en fonction de $\tan(x)$:

$$\text{on a } \tan(2\arctan(1/2)) = 2 \frac{1/2}{1 - (1/2)^2} = 4/3 \text{ et } \tan(2\arctan(1/3)) = 2 \frac{1/3}{1 - (1/3)^2} = 3/4,$$

d'où $2\arctan(1/2) + 2\arctan(1/3) = \pi/2$, et finalement le résultat annoncé.

Mais c'est une démonstration géométrique que j'ai trouvée grâce à cette mosaïque.

L'observation d'alignements sur le relevé m'a conduit à élaborer un schéma pour l'« étoile à quatre pointes » (fig. 30), et je me suis alors posé la question : à la forme du motif central près, cette étoile est-elle la même que celle d'Antioche (fig. 31) ?

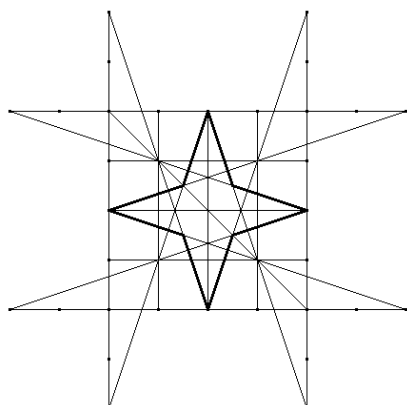


fig. 30

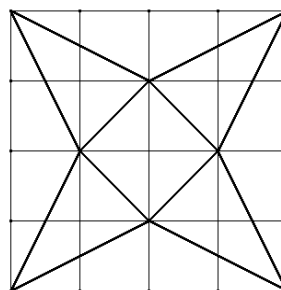


fig. 31

La recherche de la réponse m'a alors amené à une nouvelle question (dont je laisse la démonstration au soin du lecteur) : dans l'étoile de Pouzzoles (fig. 32), le point A est-il le centre du carré vert ? (la réponse est oui). Ce qui m'a alors permis de superposer (fig. 33) une grille oblique (en vert) à celle de la figure 30. En penchant la tête, on retrouve alors le schéma de la figure 31, ce qui permet de conclure que l'étoile de Pouzzoles est la même que celle d'Antioche.

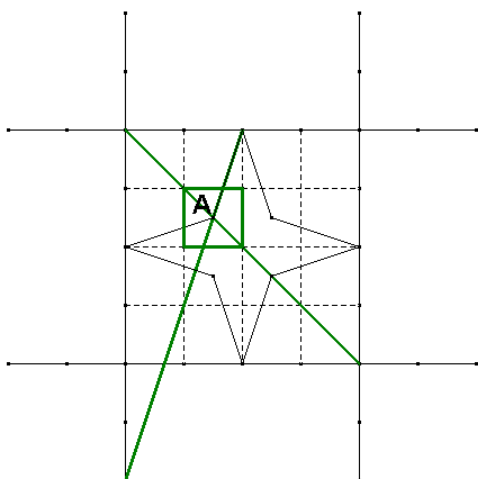


fig. 32

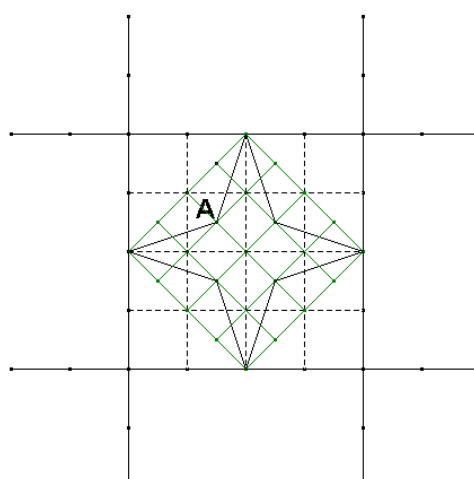
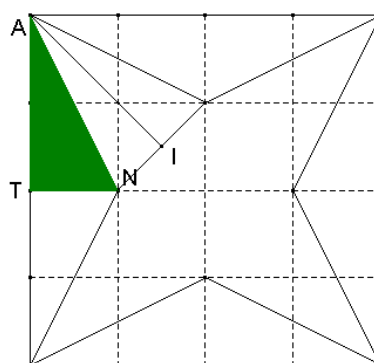
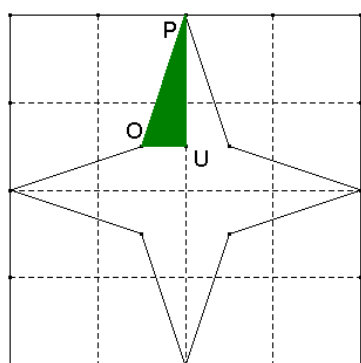


fig. 33

Un dernier retour sur leurs schémas-clés respectifs (fig. 34) permet de trouver la formule. Dans l'étoile de Pouzzoles, on constate que $\angle OPU = \arctan(1/3)$, tandis que dans l'étoile de Pouzzoles, $\angle TAN = \arctan(1/2)$. Il suffit alors de remarquer que $\angle OPU = \angle NAI$ (puisque les étoiles ont la même forme) et que $\angle TAN + \angle NAI = \pi/4$ pour établir la formule.



6. Des étoiles bien cachées

Le dernier exemple (fig. 35) est constitué par une mosaïque de Brescello⁴ (Italie) [*Décor 375b*], définie comme « *composition centrée, dans un cercle et autour d'un hexagone, sur 2 registres, de 6 carrés adjacents à l'hexagone, et 12 carrés contigus au cercle, tous les carrés contigus par un sommet, déterminant des losanges et des triangles* ». On y voit effectivement une profusion de carrés (12 + 6), de losanges (6) et de triangles équilatéraux (6), sans parler de l'hexagone central ni des triangles curvilignes (12) de la périphérie. Ces divers éléments évoquent bien sûr une subdivision du cercle en 12 comme point de départ de la construction.

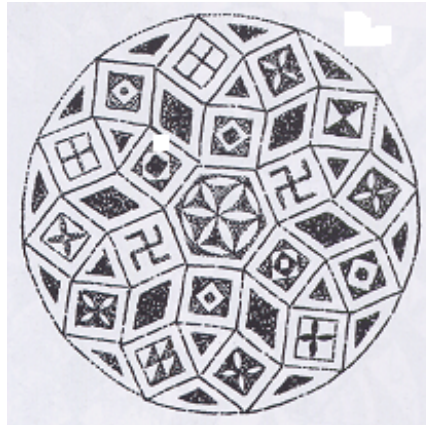


fig. 35

Dans un premier temps, on trace les trois carrés inscrits dont les sommets sont des points de la subdivision (fig. 36). Leurs points d'intersection les plus éloignés du centre déterminent 4 triangles équilatéraux dessinant deux étoiles de David (fig. 37), qui définissent les 12 carrés externes. En joignant ensuite les sommets les plus proches du centre de ces carrés de façon à obtenir au centre une étoile de David (fig. 38), on obtient les 6 losanges (au fait, pourquoi sont-ce des losanges ?). Il ne reste plus alors qu'à tracer quelques segments pour obtenir les 6 derniers carrés (au fait, pourquoi sont-ce des carrés ?) et l'hexagone (fig. 39).

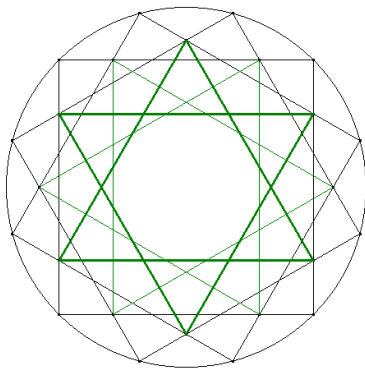


fig. 36

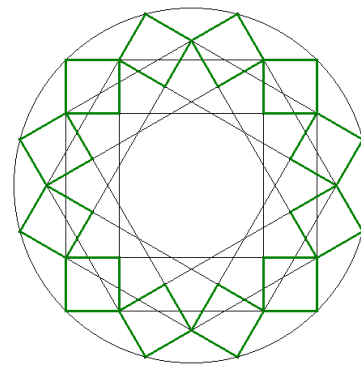


fig. 37

⁴ Cette petite ville d'Emilie-Romagne est devenue célèbre pour avoir été le cadre des aventures cinématographiques de Don Camillo.

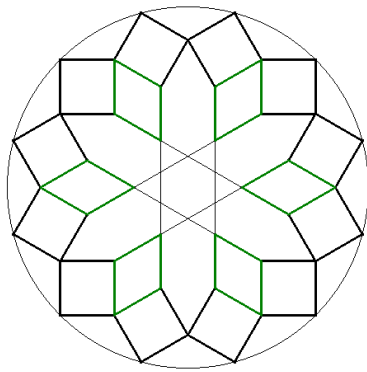


fig. 38

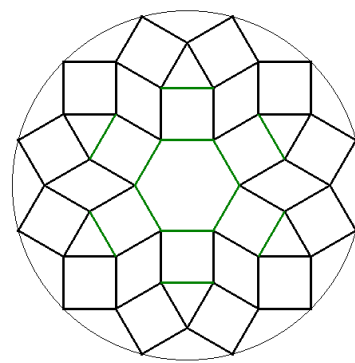


fig. 39

Au long de cette « promenade archéologique », nous avons pu suivre un certain nombre de variations sur le thème de l'étoile de David, montrant ainsi que des mosaïques *a priori* très différentes peuvent se ramener à une même configuration simple, qui est susceptible, selon les goûts et les compétences du mosaïste, de s'enrichir de multiples façons. Elle m'a également permis d'illustrer deux de mes hypothèses de travail, à savoir le rôle secondaire de la mesure dans la construction et l'existence de schémas-clés géométriques élémentaires, appris et transmis, qui permettaient de réaliser les décors *in situ*. J'espère aussi avoir pu montrer, en m'appuyant sur ces quelques exemples, que les mosaïques géométriques peuvent, pour les amateurs de géométrie « élémentaire » comme pour les élèves, constituer un terrain d'étude intéressant, en mettant en oeuvre une démarche scientifique de « re-modélisation » qui passe de l'observation de l'oeuvre matérielle à l'énoncé d'hypothèses sur sa structure géométrique théorique, puis de ces hypothèses à l'élaboration d'une procédure de construction, et enfin au contrôle du modèle par comparaison du résultat de cette procédure avec l'original. Au-delà de cette dimension ludique et pédagogique, de telles études sont aussi susceptibles de permettre d'expliquer certaines approximations, irrégularités ou erreurs, et, en l'absence de documents écrits, de se faire une idée plus précise des connaissances de « géométrie pratique » des concepteurs de ces mosaïques.

Bibliographie

- Alexander, M. & Ennaifer, M.. *Corpus des mosaïques de Tunisie. Vol. 2 fasc. 2 : Thuburbo Majus*. Tunis 1985.
- Balmelle, C. *et al. Le décor géométrique de la mosaïque romaine*. Ed. Picard, Paris. 2^e édition 2002.
- Blanchard-Lemée, M.. Nouvelles recherches sur les mosaïques de Djemila. *III Colloquio internazionale sul mosaico antico* pp. 277-286. Ed. Del Girasole, Ravenne 1983.
- Demma, F.. Pavimenti i mosaici dagli edifici pubblici di Puzzuoli : materiali e contesti. *Actes du congrès AISCOM 9* pp. 325-350. Ed. del Girasole, Ravenne 2004.
- Parzys, B. & Munier, C. Les mosaïques romaines du collège Lumière de Besançon : une richesse et un talent insoupçonnés. *Bulletin de l'APMEP* 476, pp. 294-300. Paris 2007.
- Parzys, B. Key diagrams to design and construct Roman geometric mosaics? *Nexus* vol. 11 n° 2. Ed. Birkhäuser, Bâle 2009 (à paraître).