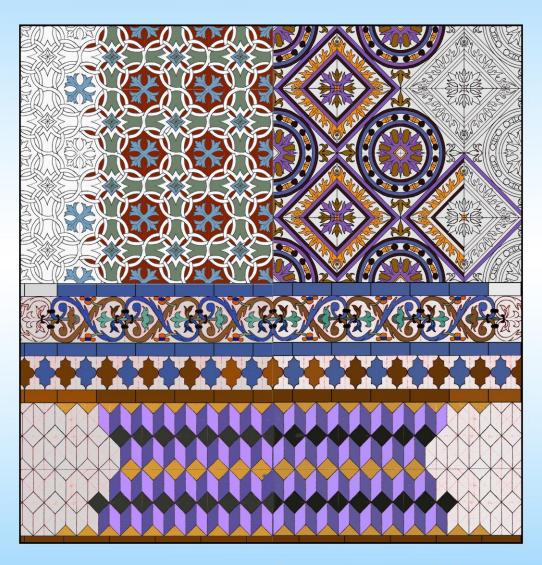
TECHNIQUES DE L'ARABESQUE

TOME 22 : technique de dessin, systèmes convergents.



Par Louis ARNAUD

Titre des livres de l'auteur :

Dessin de l'arabesque : 4 tomes.

L'arabesque en Espagne : 2 tomes.

L'arabesque au Maroc : 4 tomes.

L'arabesque seldjoukide : 2 tomes.

L'arabesque dans l'empire ottoman : 2 tomes

L'arabesque en Asie Centrale : 2 tomes.

L'arabesque au Rajasthan : 3 tomes.

L'arabesque en Iran : 2 tomes.

Technique de l'arabesque : 2 tomes.

Arabesques traditionnelles: 1 tome.

Arabesques modernes: 1 tome.

Pavages d'arabesques : 1 tome.

Construction d'arabesques : 1 tome.

Pour en savoir un peu plus sur l'auteur : http://www.arabesquesgeometriques.fr/bibli1/auteur.pdf

Consultez le site de l'auteur pour avoir accès à plus de 2000 photos haute résolution, près de 200 diaporamas ou vidéos et près de 200 constructions guidées, le tout agrémenté d'une musique orientale originale.

www.arabesquesgeometriques.fr/

Tous les DESSINS et PHOTOS sont de l'auteur.



TECHNIQUES DE L'ARABESQUE

TOME 22 : technique de dessin, Systèmes convergents

Les secrets de fabrication des arabesques ont été gardés jalousement pendant des siècles par les artisans ; certains ont même été perdus. Ce livre a la prétention d'essayer de lever le voile sur une partie de ces secrets.



Par Louis Arnaud





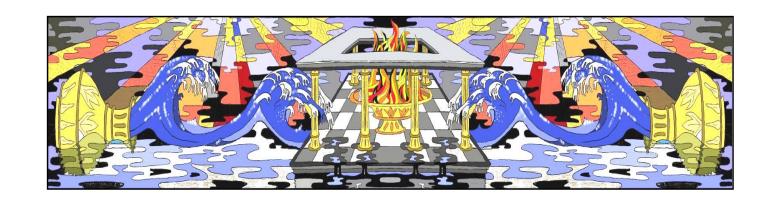


TABLE DES MATIÈRES: TOME 22

Technique de dessin:

SYSTÈME HEXAGONAL:	10
SYSTÈME PENTAGONAL :	26
SYSTÈME PERSAN :	41
SUPPORTS UTILISÉS :	113
NOUVELLES STRUCTURES :	159

TABLE DES MATIÈRES : TOME 23

Techniques de construction:

LES ZELLIGES: 196

LES MAJOLIQUES: 238

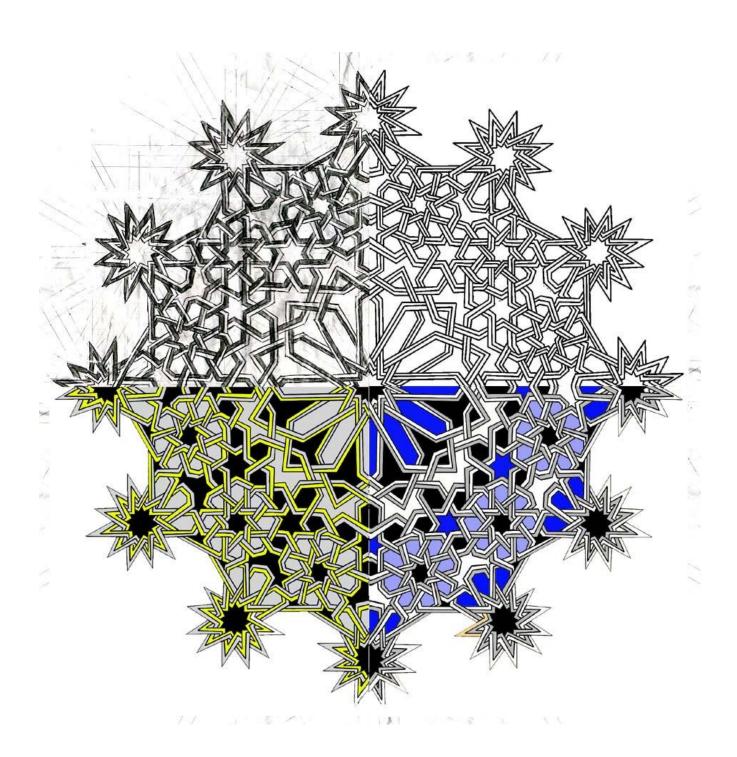
LA CORDE SECHE: 248

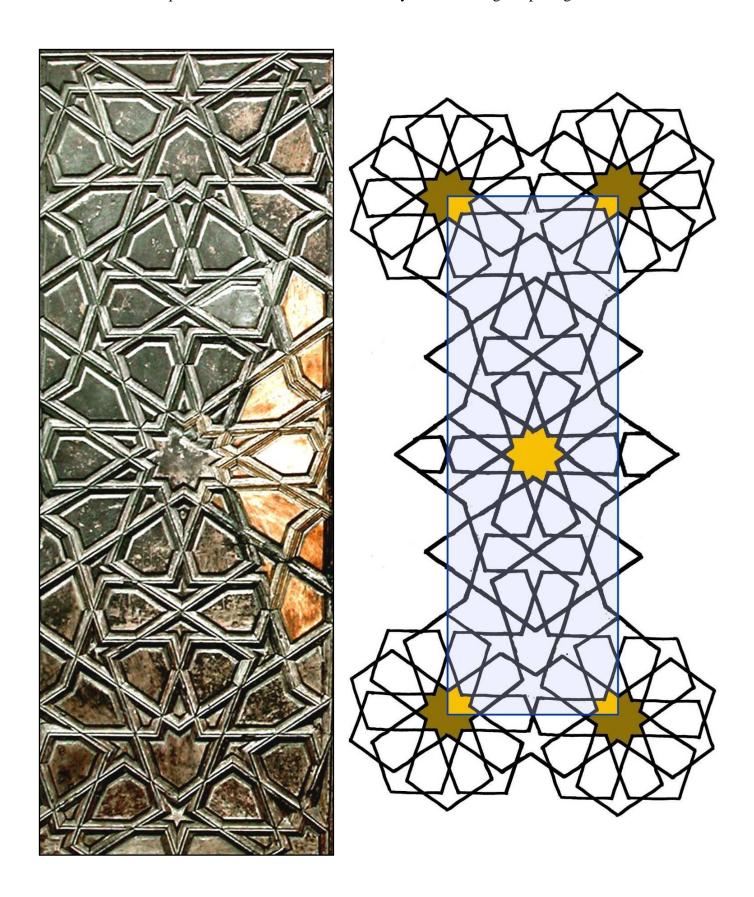
ANNEXES: 304

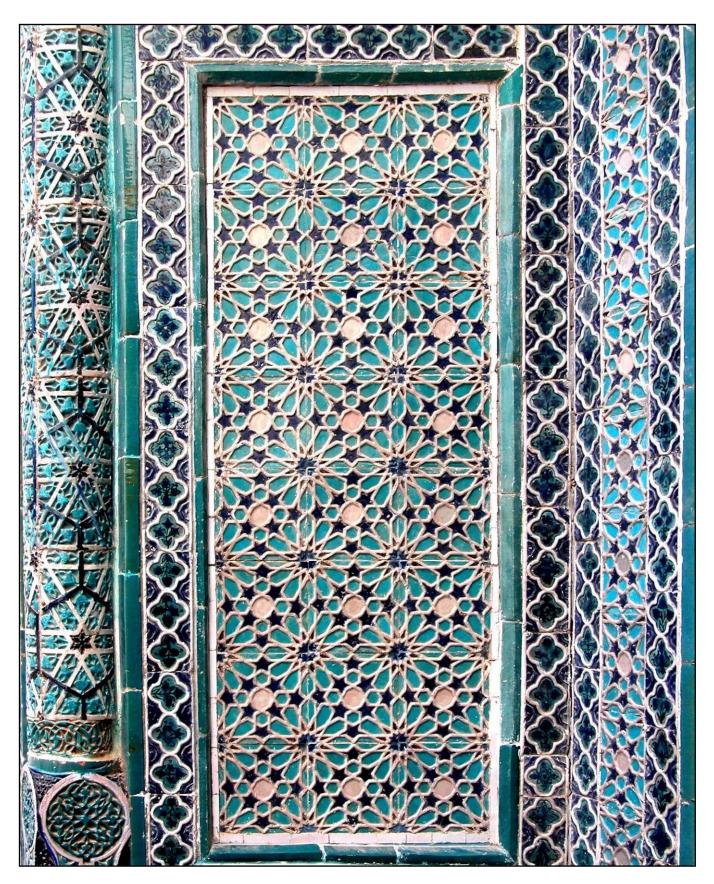
CONTACTS: 346



PHOTOTHEQUE

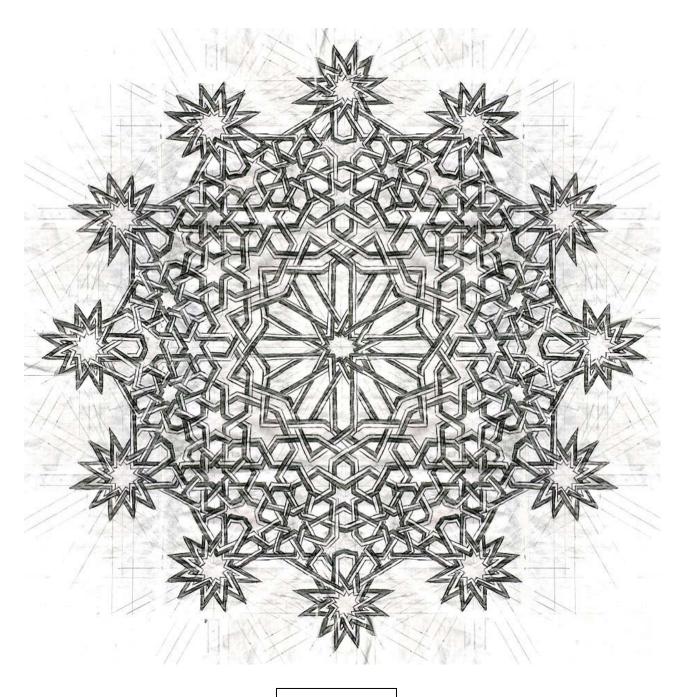




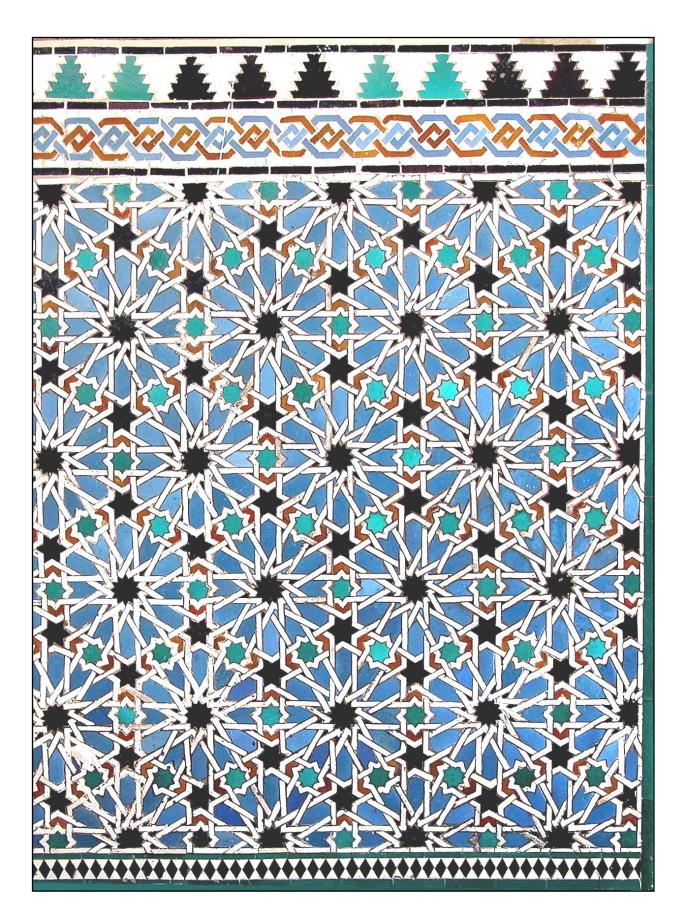


Pistach du mausolée de Khodja Akhmad à Shah-I-Zinda, nécropole de Samarcande.

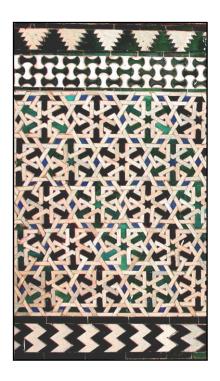
Système convergent hexagonal:



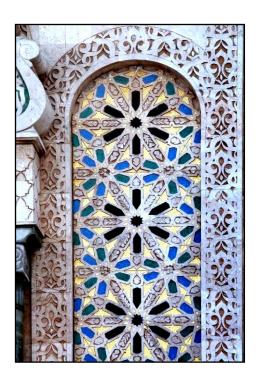
RETOUR



Alcazar de Séville, patio de las Doncellas.







Alcazar de Séville.

Trois étoiles à douze forment une étoile à neuf à la mosquée Hassan II de Casablanca.

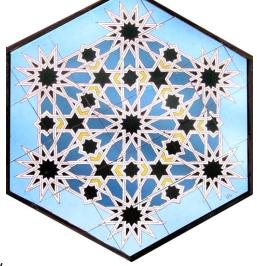


Composition d'étoiles à douze à Alhambra de Grenade.



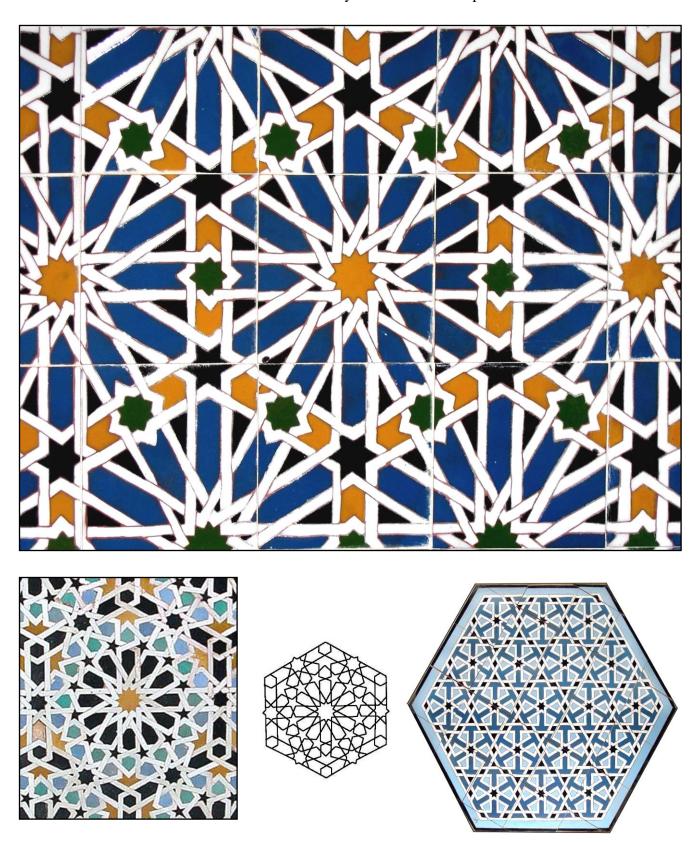
Entrelacs de cuivre formant des étoiles à douze sur le portail du palais royal de Fès.



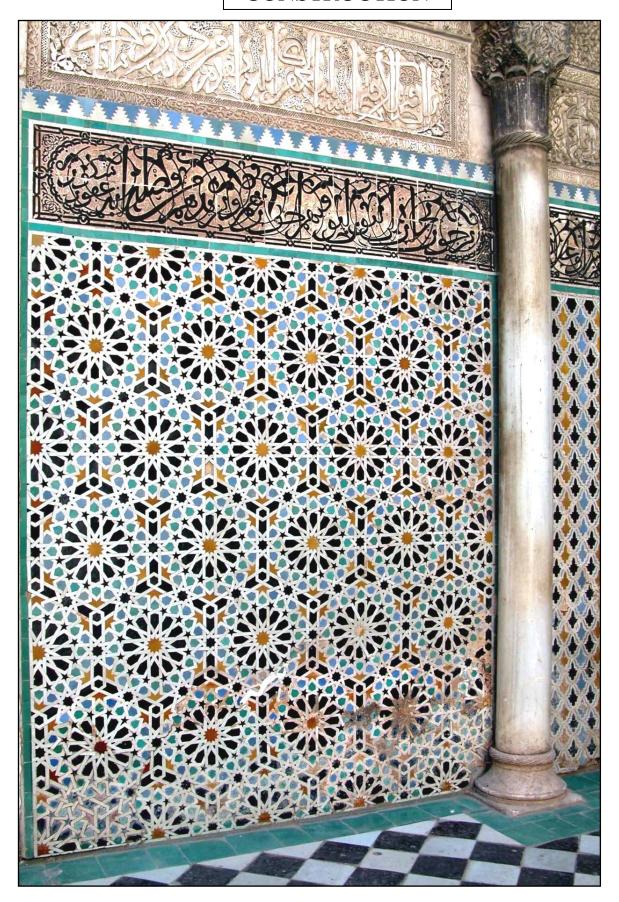


Tables du riad Loulou.

Le nombre des axes de symétrie est un multiple de trois.

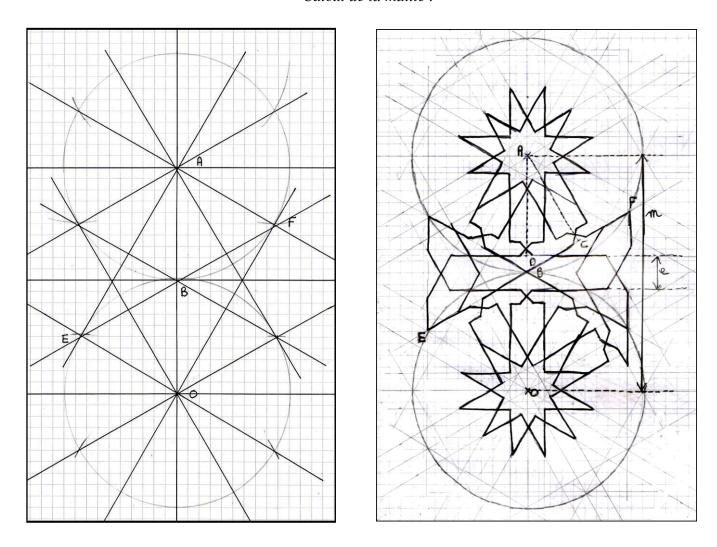


Plus de sceaux ni de saft : il faut définir une nouvelle maille ; ce sera la distance entre deux étoiles à douze.

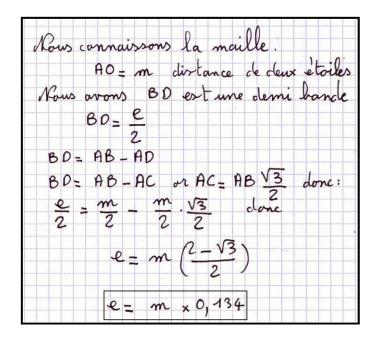


Médersa Attarine de Fès.

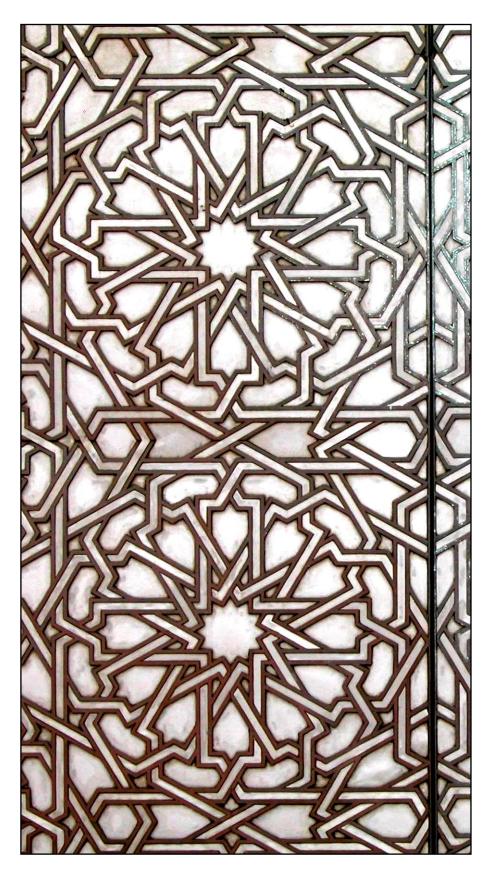
Calcul de la maille :



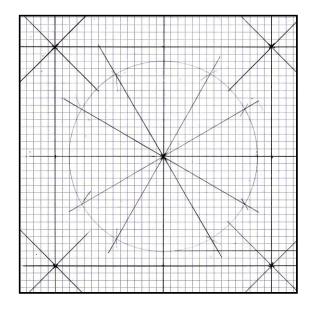
 $\mathbf{AO} = \mathbf{m}$ pour utiliser la méthode de dessin, il faut pouvoir calculer la largeur de la bande en fonction de \mathbf{m} .

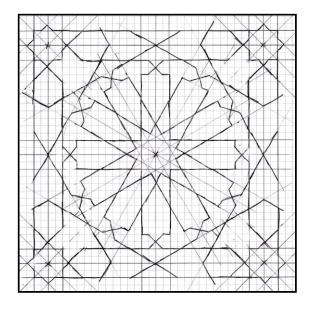


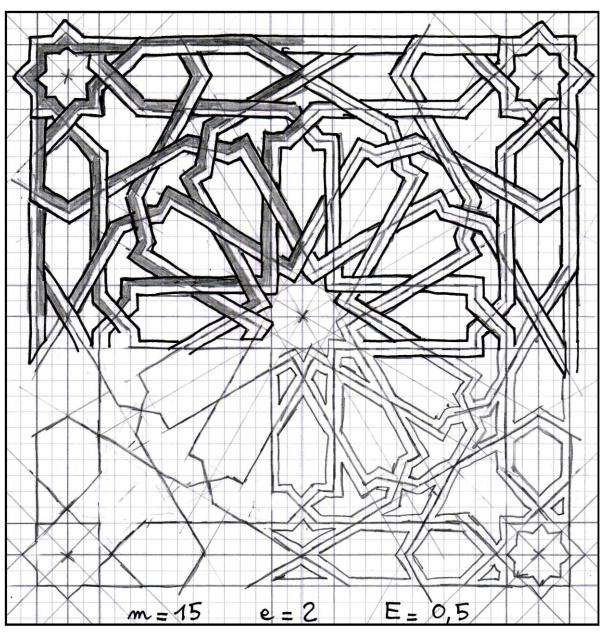
Construction des entrelacs :



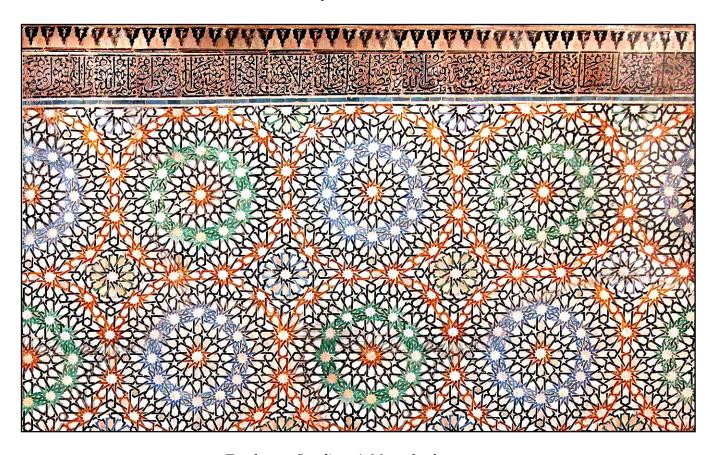
Porte de titane de la mosquée Hassan II.





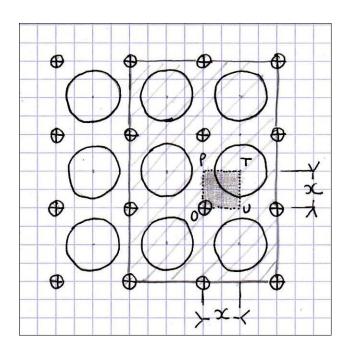


Exemple de construction:



Tombeaux Saadiens à Marrakech.

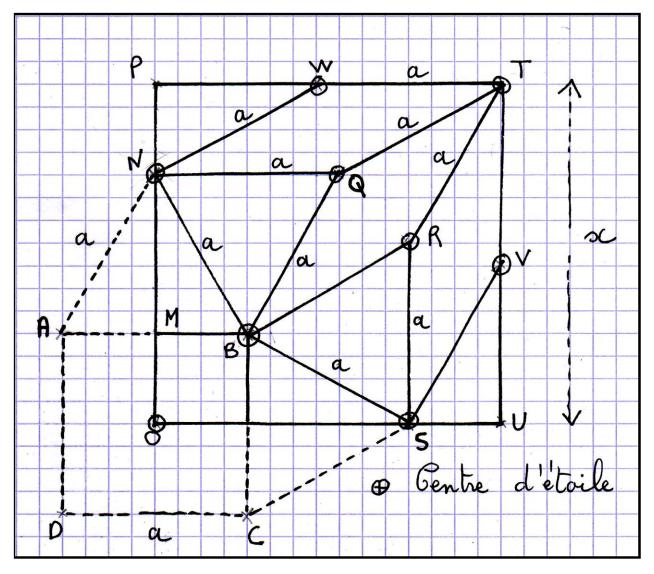
Sur cet exemple, ce sont les entrelacs qui sont colorés. Toutes les étoiles de la construction sont des étoiles à douze ainsi que les satellites.



L'étude ci contre permet de tracer le carré minimal de mesure **x**; le choix de la valeur de **x**, sous multiple des dimensions du cadre, permet de cadrer le dessin.

Pour tracer le carré minimal (**OPTU**), il faut construire :

- Le carré (ABCD)
- Les quatre triangles équilatéraux ayant un sommet en B.
- Le losange (BQTR) qui détermine la position du point T.
 - Le carré minimal (OPTU).
- Les centres S, V, W et N. les centres des étoiles sont ainsi tous définis.
 - La maille cachée ON = m.



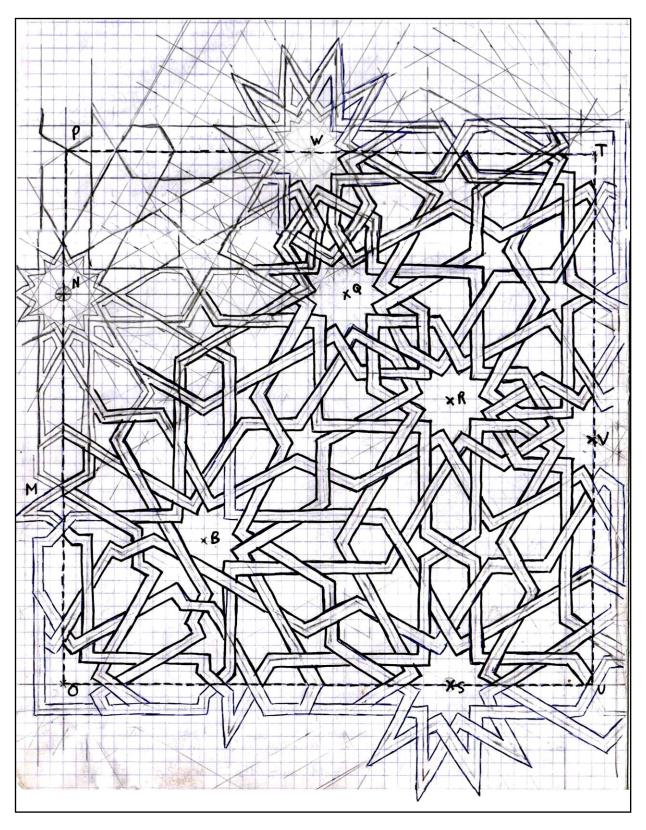
a = mesure du côté des triangles équilatéraux et du carré (ABCD)

MN=
$$\frac{a\sqrt{3}}{2}$$
 MO = $\frac{a}{2}$ PN = $\frac{a}{2}$

ON = $m = \frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2}$ donc $a = m(\sqrt{3}-1)$

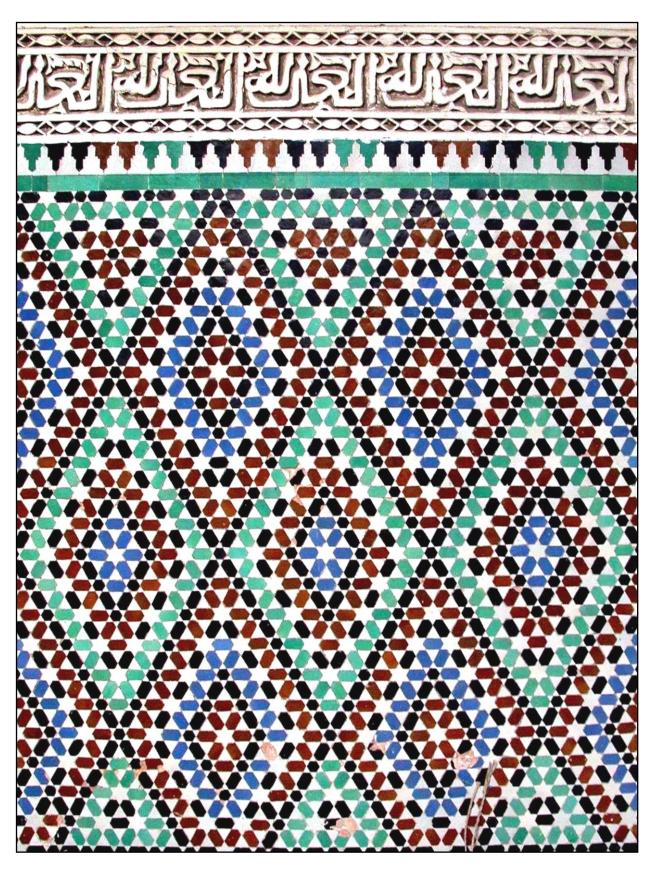
x = mesure du côté du carré minimal $3c = \frac{a}{2} + \frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2}$ donc $x = \frac{a}{2} + \frac{2}{\sqrt{3}} + \frac{a}{2}$

Tous les éléments permettant la construction de ce panneau sont connus.



 $x=20,\!5$ permet de calculer $m=14,\!4$ puis a=11 e=2 et $E=0,\!4$ Construction du carré (ABCD), des triangles équilatéraux (ABN)(BCS)(BSR)(NBQ) , du losange (BQRT) et des points P , U , V , W .

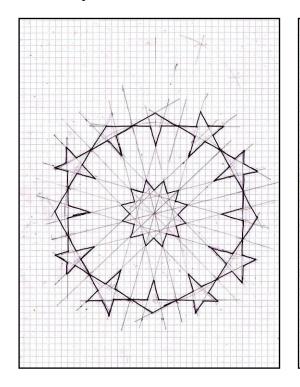
Il suffit de terminer la construction de la manière habituelle.

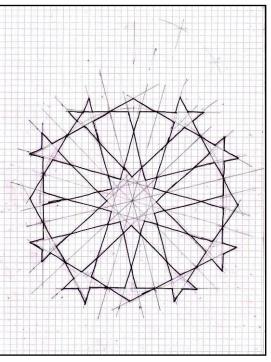


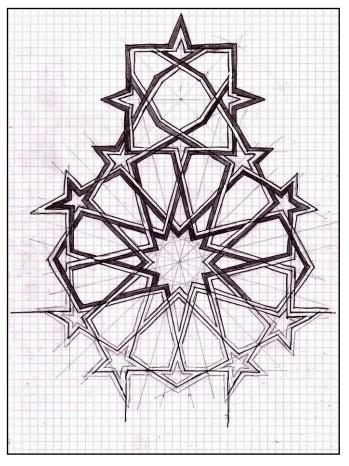
Mausolée de Moulay Ismaïl à Mekhnès.

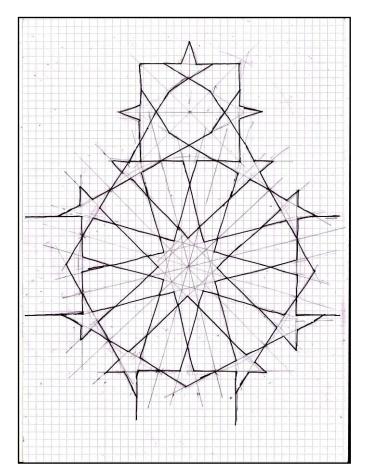


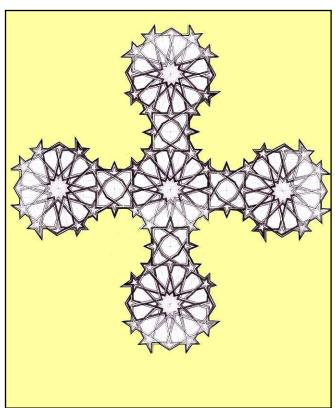
Cette porte en bronze du douzième, construite par l'architecte et mathématicien El-Cezire, provient de la mosquée de Cizre au sud est de l'Anatolie.

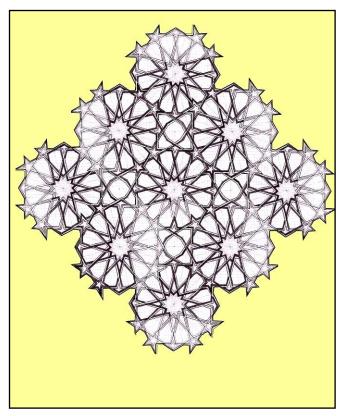


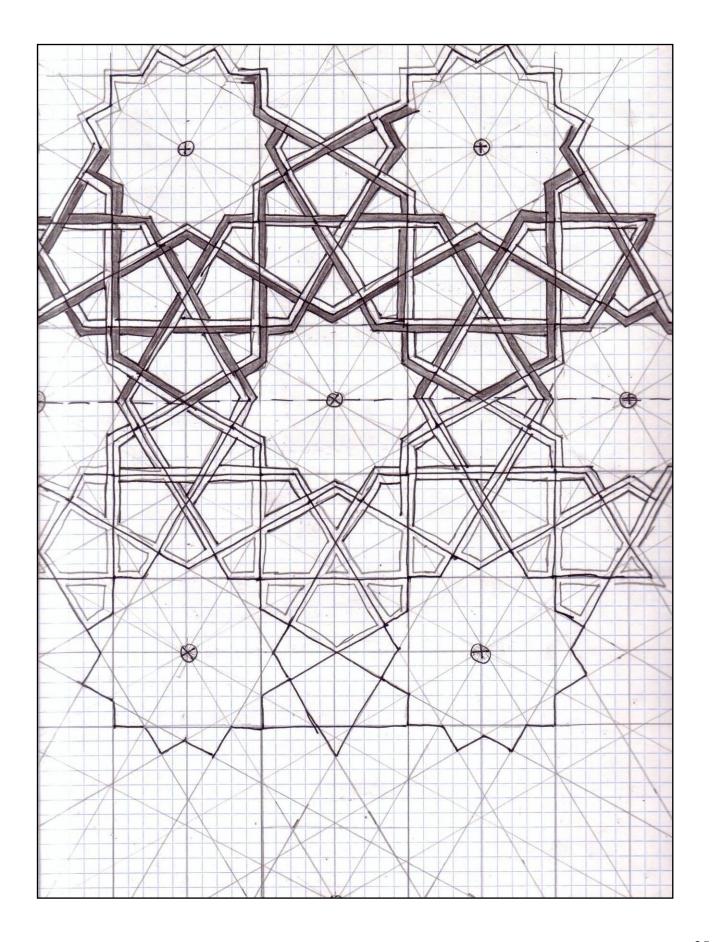


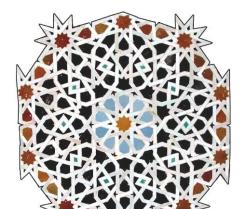


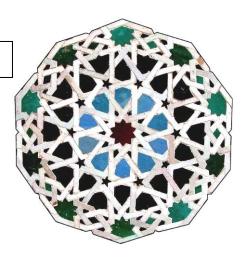




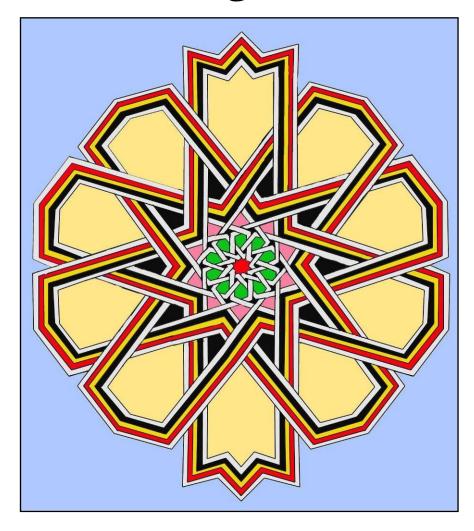






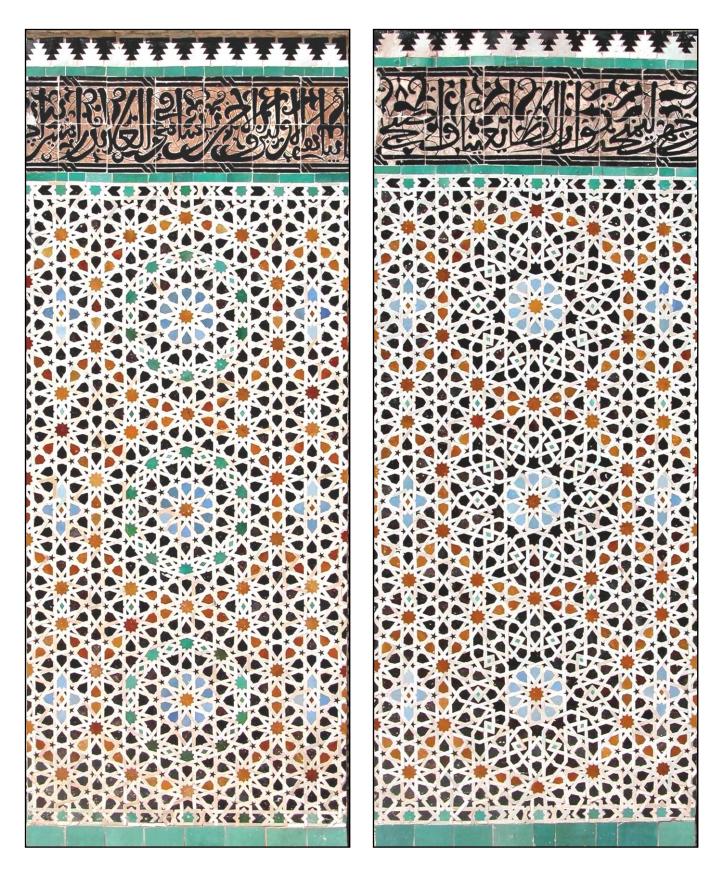


Système convergent Pentagonal.

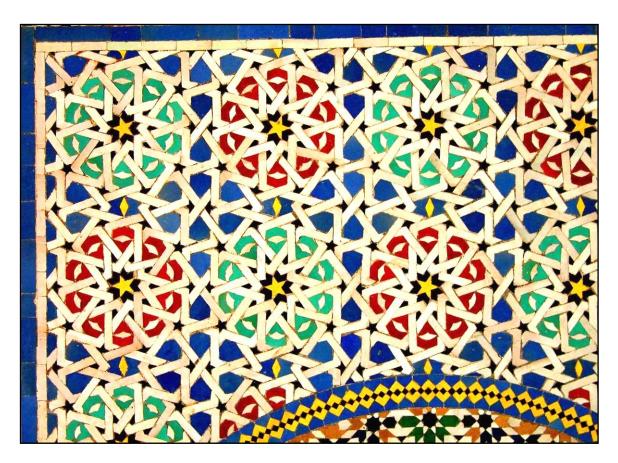




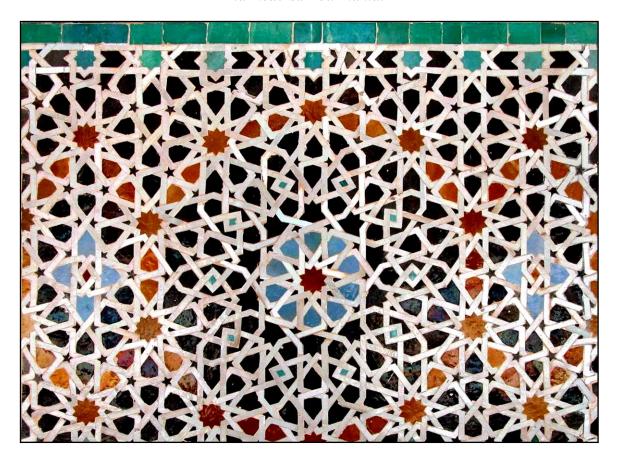
Alcazar de Séville.

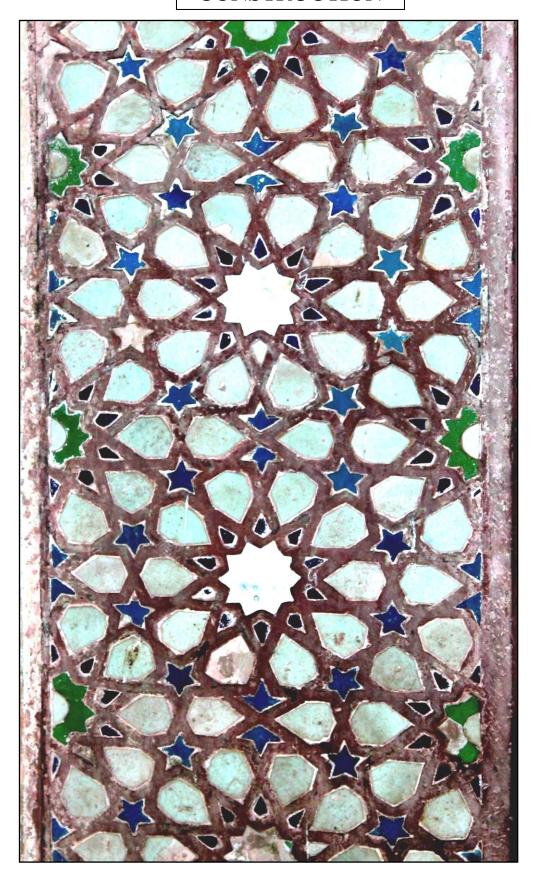


Panneaux de zelliges à la médersa Bou Inania de Fès.

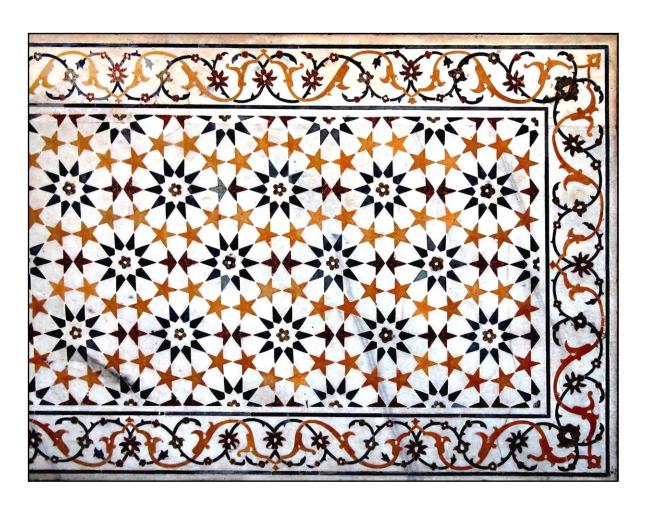


Au dessus fontaine du centre artisanal de Rabat ; panneau de zelliges à la médersa Bou Inania.

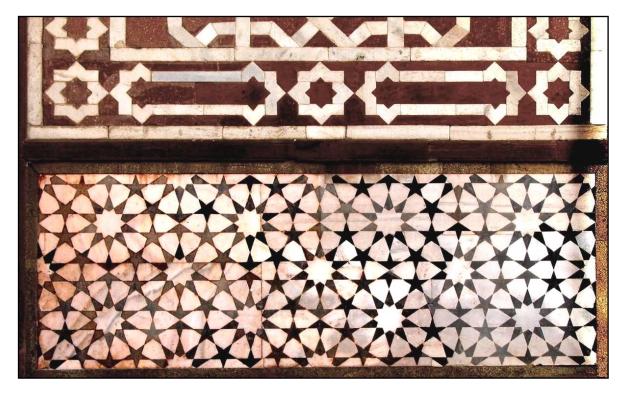




Incrustations de marbre et de pierres colorées dans du grès ; Jama Masdjid de Fatehpur Sikri.

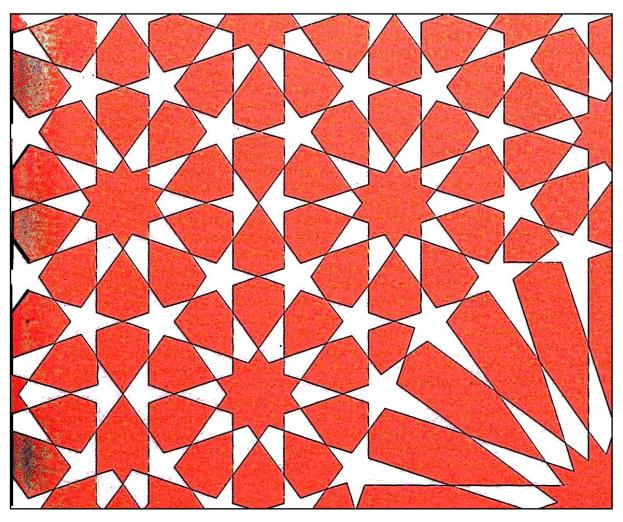


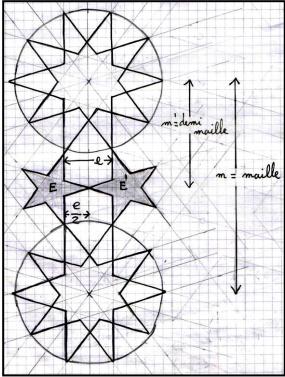
Incrustation de pietra dura au mausolée d'Itimad-ud-Daulah à Agra.



Mausolée d'Akbar à Sikandra près d'Agra.

Calcul de la maille et des entrelacs :

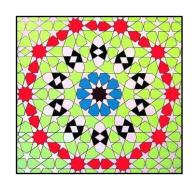


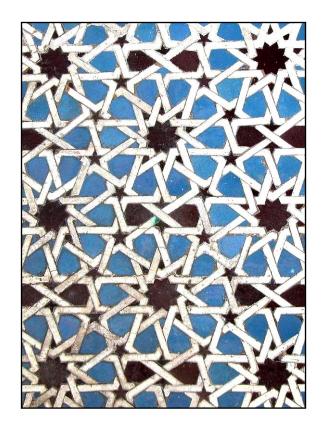


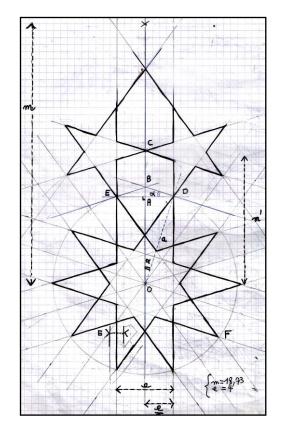
Cette structure se rencontre dans de nombreux types de systèmes convergents ayant au moins cinq axes de symétrie : la maille **m** sera définie comme la distance située entre deux étoiles à dix.

La régularité des pentagones étoilés **E** et **E**' dépend de la largeur de la bande qui sera calculée en fonction de cette exigence.

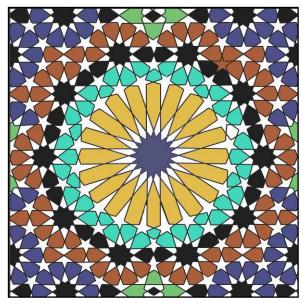
$$\begin{cases} e' = AD = a \sin \alpha \\ AO = a \cos \alpha \end{cases} \qquad \begin{cases} \sin 18^{\circ} = \frac{1+\sqrt{5}}{4} \\ BO = a \cos \alpha \end{cases} \qquad \begin{cases} \cos 18^{\circ} = \frac{5+\sqrt{5}}{8} \\ \cos \alpha \end{cases} \qquad \begin{cases} \cos 18^{\circ} = \frac{3\sqrt{5}-5}{5} \\ \sqrt{5} = 2,2360678 \end{cases}$$

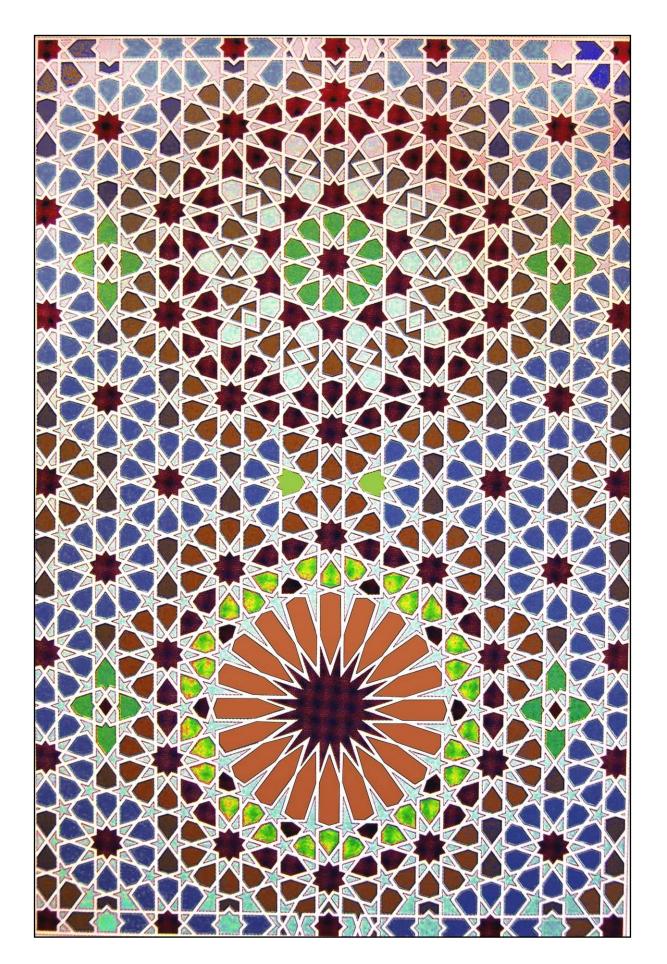




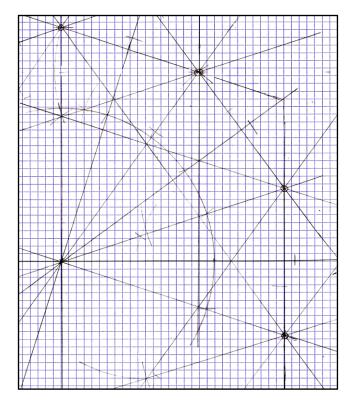


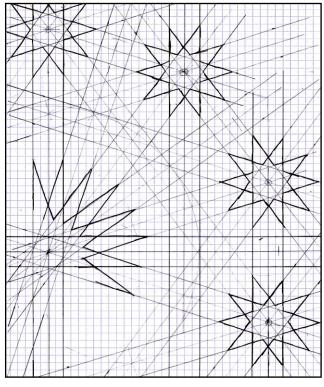
$$x = (0B,0D) = 18^{\circ}$$
 $x = (0B,0D) = 18^{\circ}$
 $x = bonde$
 $x = bon$





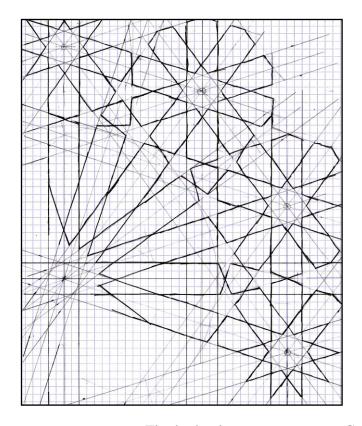
Construction:

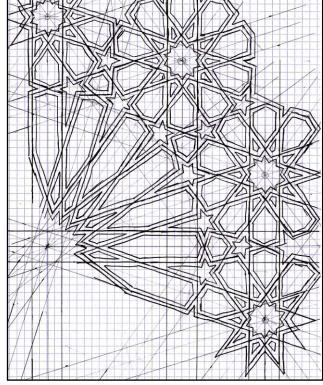




Placement du centre des étoiles m = 9,36

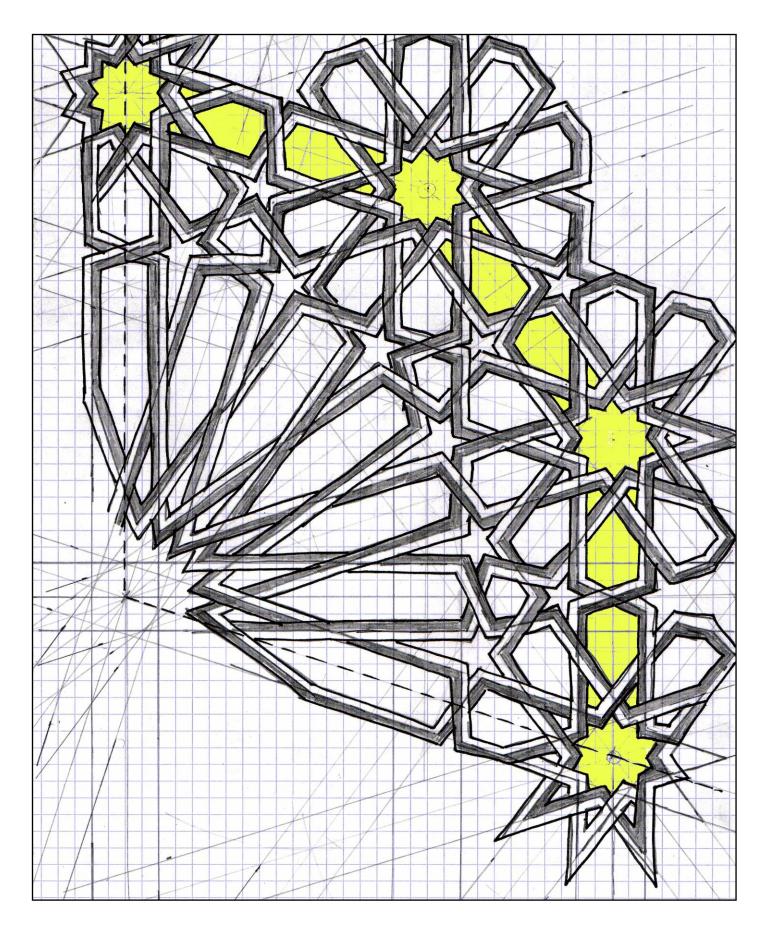
Bandage des axes des étoiles e = 2



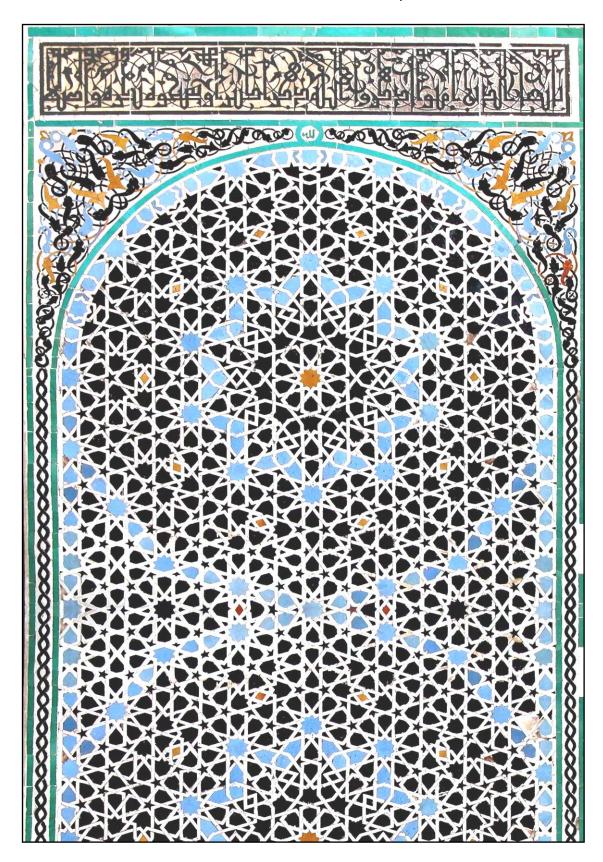


Fin du dessin.

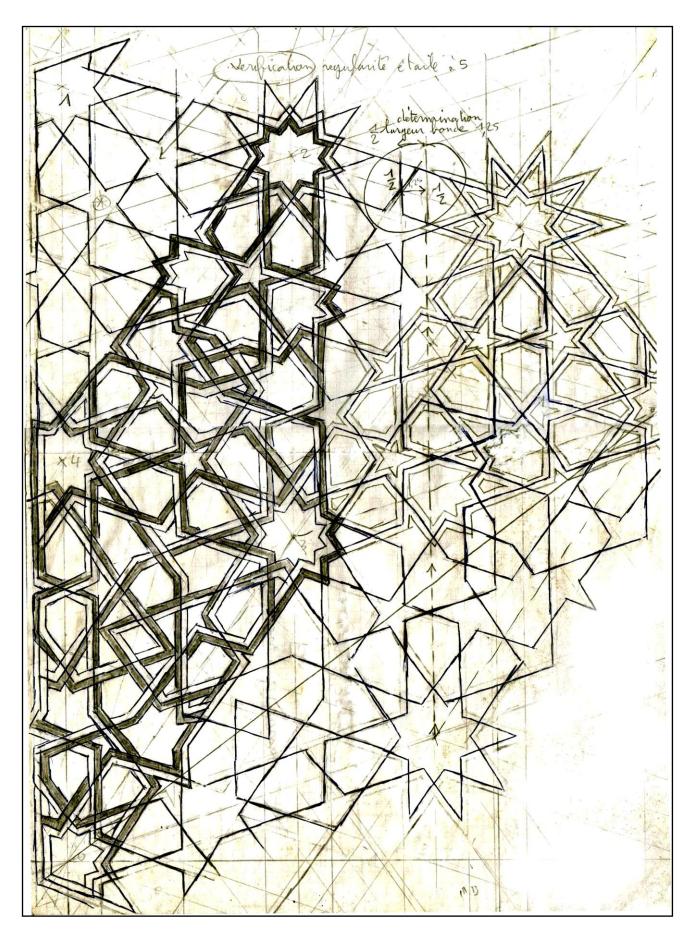
Construction des entrelacs type Alhambra: E = 0.4

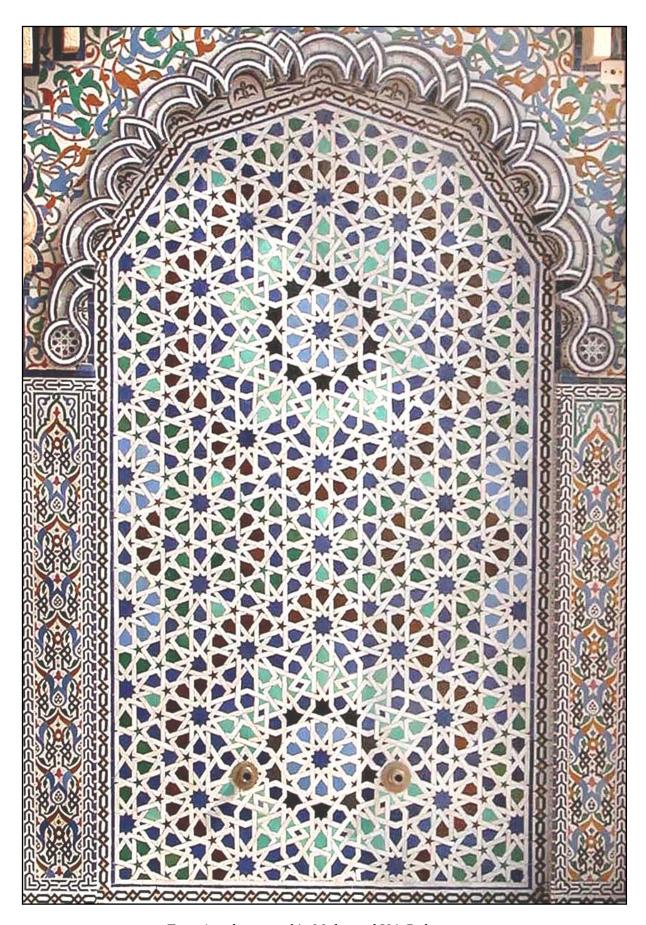


EXEMPLE : étude et construction d'un système:

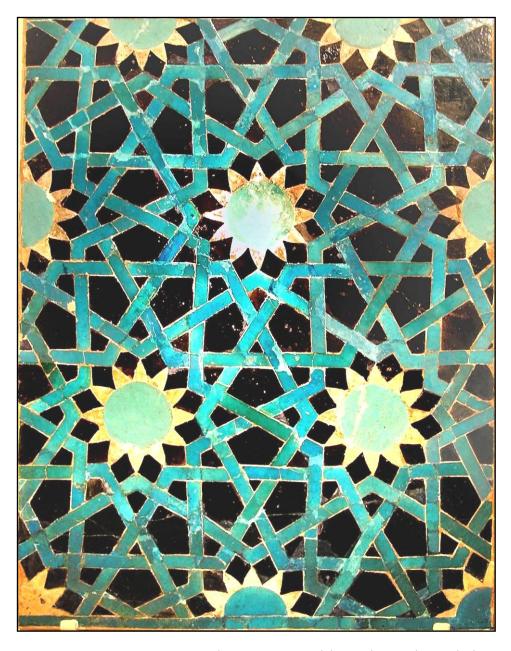


Médersa Attarine à Fès.

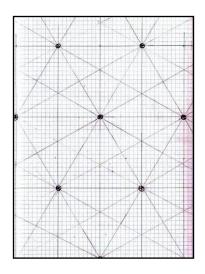


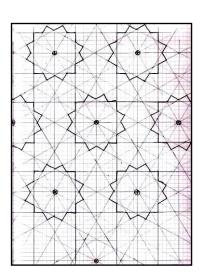


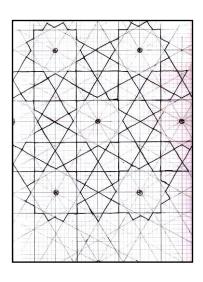
Fontaine du mausolée Mohamed V à Rabat.



Panneau exposé au musée des arts Turcs à l'hippodrome d'Istanbul.





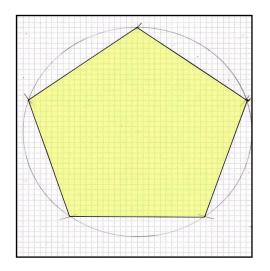


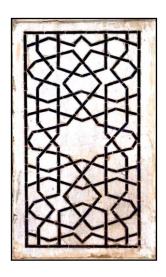
Système polygonal persan

Le nombre et le type des pentagones déterminent la forme du module.

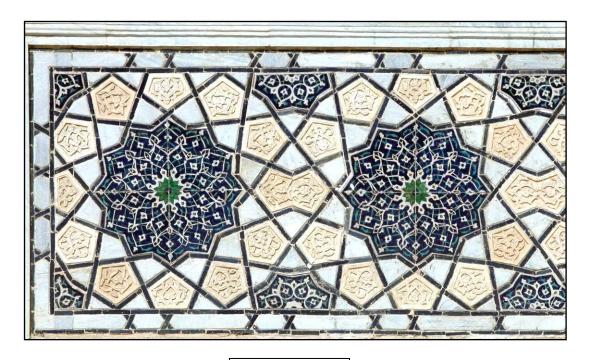
Les couronnes de pentagones satellites ; le pentagone convexe :

Dix pentagones convexes forment une couronne et c'est l'extension de leurs cotés qui forme l'étoile à dix branches centrale.



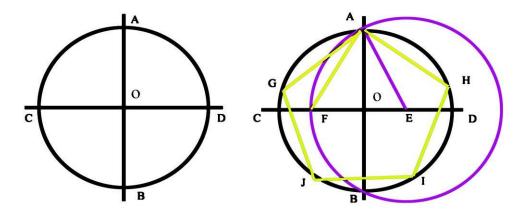


Médersa Oulough Begh à Samarcande.



Construction du pentagone convexe :

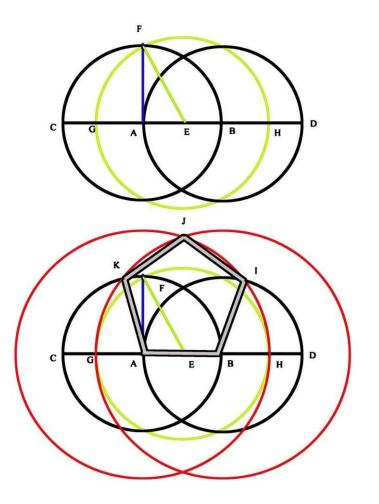
Connaissant le diamètre de son cercle circonscrit.



Construire les deux diamètres AB et CD.

E est le milieu de OD ; construire le cercle de diamètre EA (bleu) qui coupe CD en F. La longueur de AF est égale au coté du pentagone, il suffit de reporter cette longueur sur le cercle pour définir le pentagone AHIJG

Connaissant la longueur de son côté.



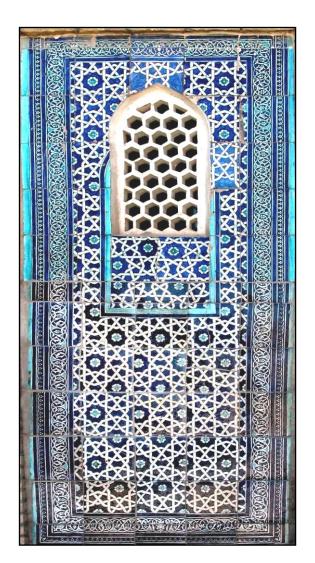
AB est le coté connu du pentagone; construire les deux cercles de diamètre AB centrés en A et en B.

en A, construire la perpendiculaire à AB qui coupe le cercle précédent en F.

construire le cercle de diamètre EF (jaune) qui coupe CD en G et H.

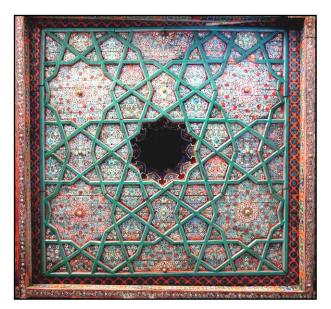
les cercles rouges centrés en A et B de diamètre AH et BG coupent respectivement les deux cercles noirs en I et K et se coupent en J.

JIBAK est le pentagone cherché de côté AB.





Couronnes de dix pentagones convexes : au-dessus, panneau du harem de Khiva ; à droite panneau du chortak de la médersa Oulough Begh à Boukhara.





Caissons du plafond de la mosquée Bolo-Khaouz à Boukhara : composition de décagones formés par dix pentagones convexes.



Les étoiles sont formées par douze pentagones convexes. Alfiz de l'entrée de Shah-I-Zinda à Samarcande.



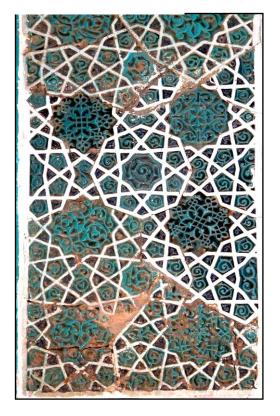
Alfiz de la mosquée Amir Alim khan à Boukhara.



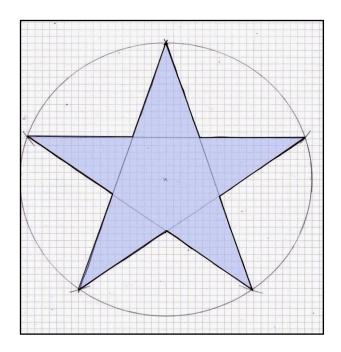


Quelques étoiles à dix de Shah-I-Zinda.

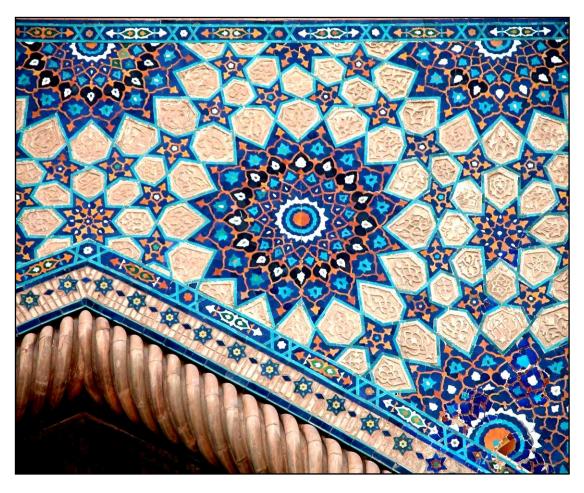




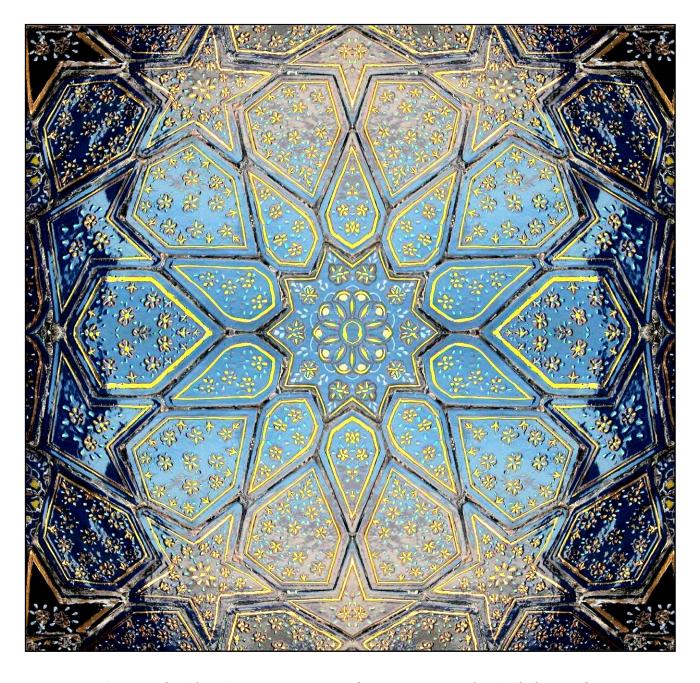
Au dessous, l'extension des cotés des pentagones forme l'étoile centrale ainsi que la pièce intermédiaire.



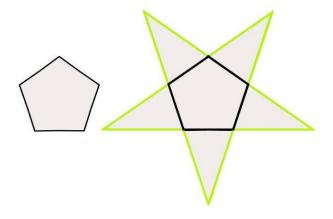




Alfiz et porte de bois de la médersa Oulough Begh à Boukhara.



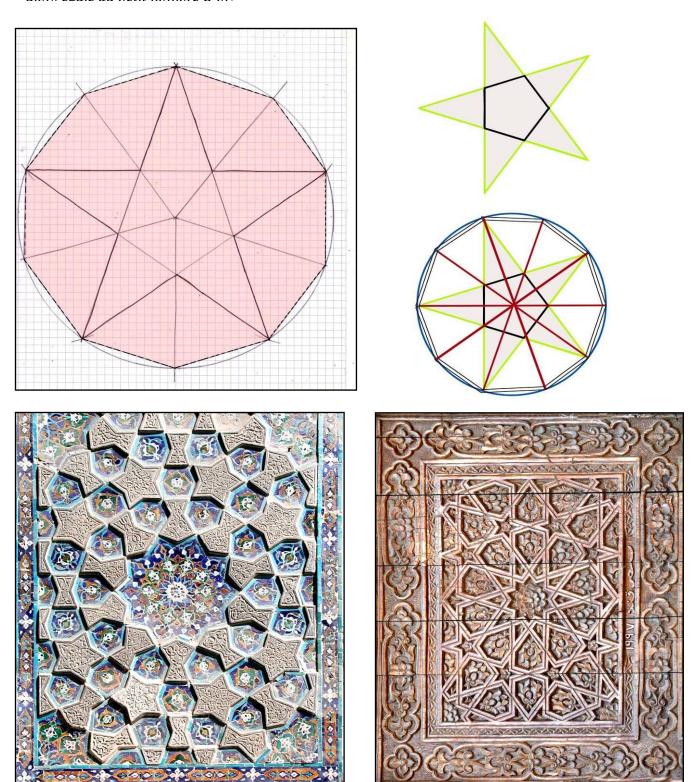
Décagone doré formé par une couronne de pentagones étoilés à Shah-I-Zinda.



Le pentagone convexe ayant été construit comme précédemment, l'extension de ses côtés forme le pentagone étoilé.

CONSTRUCTION

Le décagone est obtenu à partir du tracé du pentagone étoilé et de son cercle circonscrit ; si le rayon du cercle circonscrit est égal à 1, la mesure du côté du décagone est alors égale au petit nombre d'or.

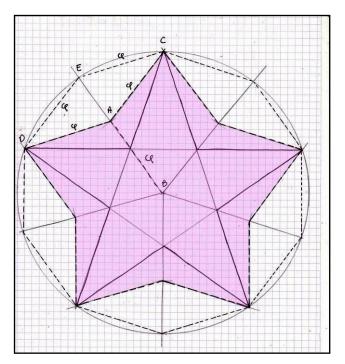


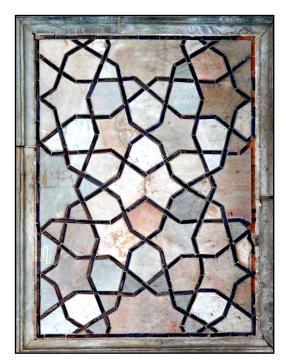
 ${\it M\'edersa~Oulough~Begh~\`a~Samarcande}.$

Porte de la mosquée Kalon à Boukhara.

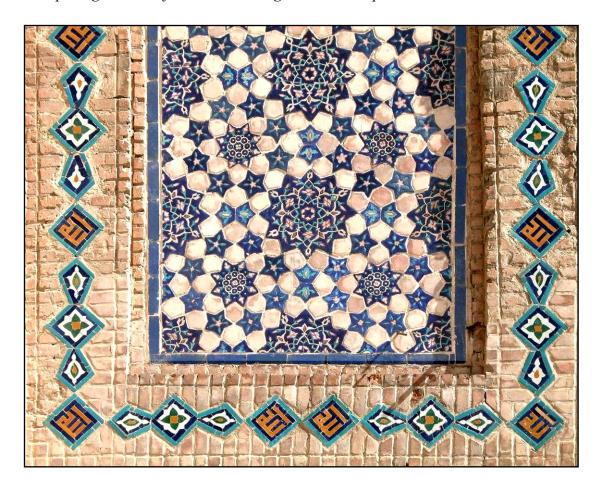
Pentagones satellites; le pentagone d'or:

Le *pentagone d'or* présent dans la plupart des étoiles persanes est construit à partir du décagone de telle manière que AB = AC = AD = AE = EC = Nombre d'or. Ses côtés sont parallèles deux à deux.

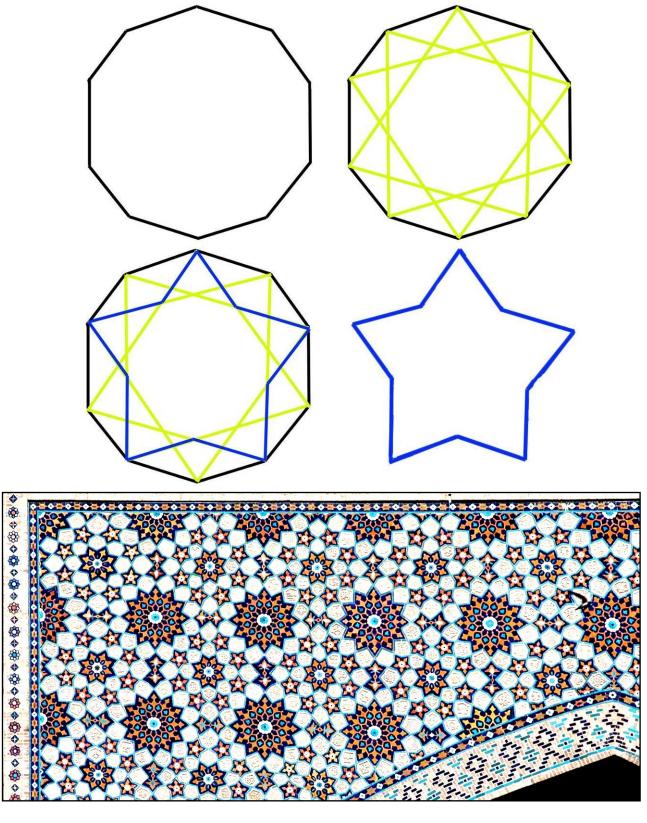




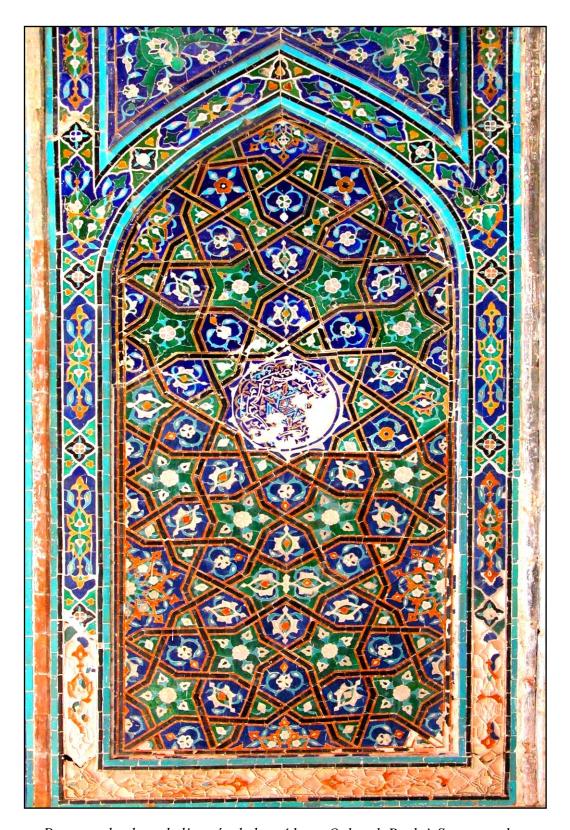
Dix pentagones d'or forment des décagones à la mosquée Bibi Kanun de Samarcande.



Construction du pentagone d'or à partir du décagone.



Alfiz de l'iwan intérieur dont chaque étoile est formée par une couronne de pentagones d'or. Mosquée Bibi Kanun à Samarcande.

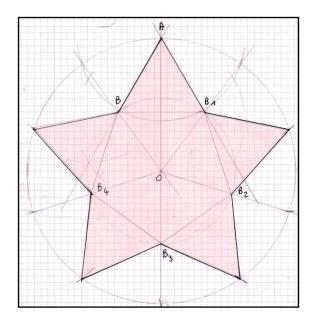


Panneau du chortak d'entrée de la médersa Oulough Begh à Samarcande.

Le **chortak**, du persan **tchahar tag** (quatre piliers) est l'élément de base des entrées des mosquées et des médersas de style persan. Ancien temple du feu des Sassanides zoroastriens, cette construction a supplanté le **Talar** des anciens Turcs.

DIAPORAMA

Pentagones satellites : le pentagone équilatère :





Le **pentagone équilatère** utilisé fréquemment comme satellite en Asie centrale est formé d'un pentagone convexe régulier B,B1,B2,B3,B4 autour duquel gravitent cinq triangles équilatéraux.

- Construction du pentagone convexe de centre O.
- Construction de ses dix demi-axes de symétrie.
- Aux points B et B1 construction de deux angles de 60° dont les côtés se coupent en A.
- Construction du cercle de rayon OA.
- Les points d'intersection des axes de symétrie avec ce cercle déterminent les sommets du pentagone équilatère.

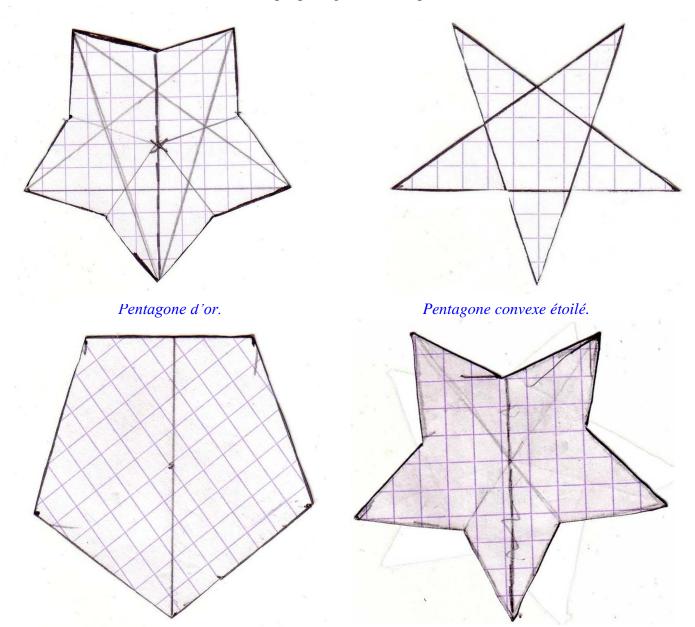


CONSTRUCTION

Construction des étoiles de style persan.

Pour ce type de construction:

- Placer le centre de toutes les étoiles.
- Construire les axes de symétrie.
- Placer et centrer chaque pentagone sur chaque demi-axe.



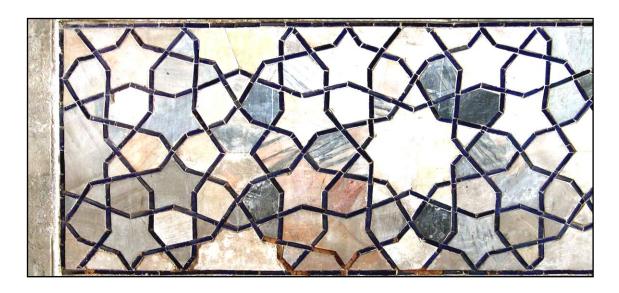
Afin d'éviter des tracés fastidieux, l'utilisation de gabarits permet de tracer les différents pentagones satellites.

Pentagone équilatère.

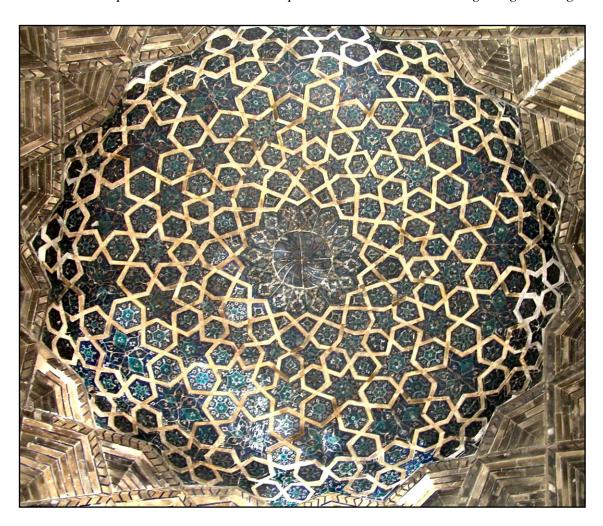
La taille des gabarits dépend de celle du module.

Pentagone concave.

Les étoiles centrales les plus fréquentes sont celles à dix et douze branches ; pour ces dernières, quatre constructions différentes utilisant les types de pentagones satellites seront étudiées.



Incrustations de néphrite dans le marbre du pistach de la médersa Oulough Begh au Registan.

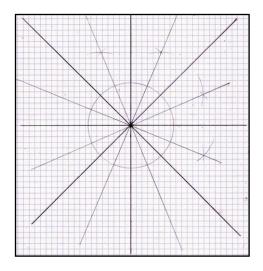


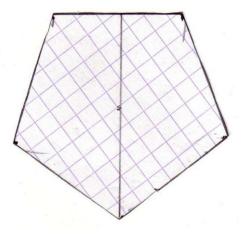
Cette composition convergente d'étoiles de la coupole de la médersa Abdul Aziz Khan à Boukhara comporte plusieurs étages d'étoiles :

L'étoile à seize, centrale, est formée par une couronne de seize pentagones équilatères. Suivie par une couronne d'hexagones formés par des pentagones convexes Suivie par un étage d'étoiles à sept construit par des pentagones convexes.

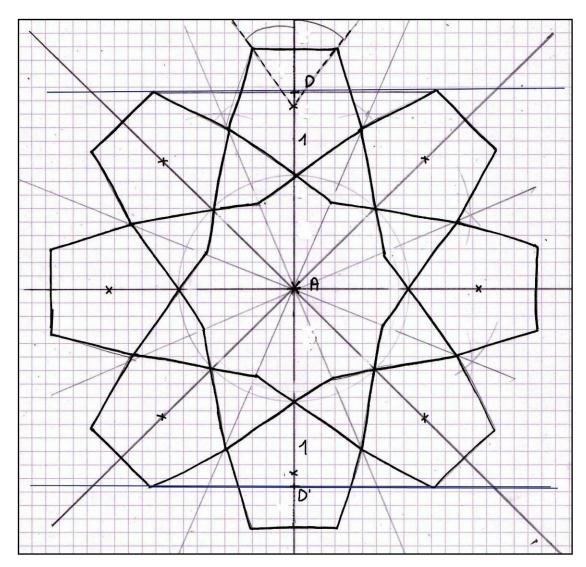
L'étoile à huit :

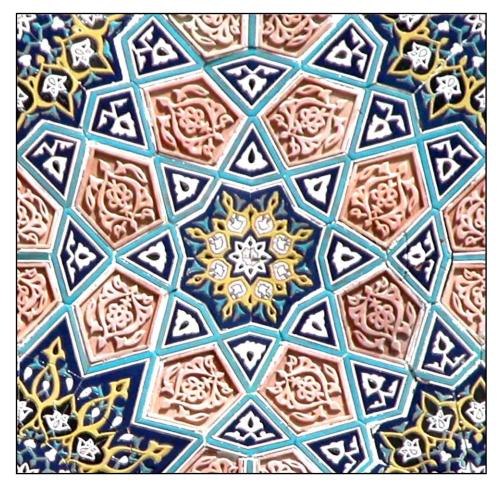
Les étoiles à huit pétales sont ci-dessous construites par des pentagones convexes:

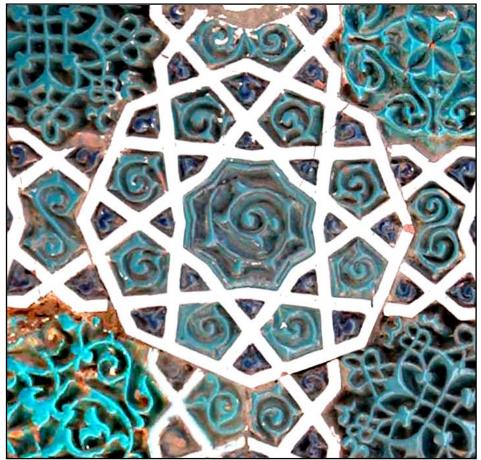




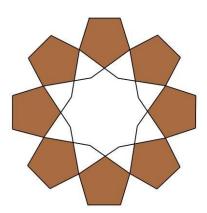
Construction du module correspondant.



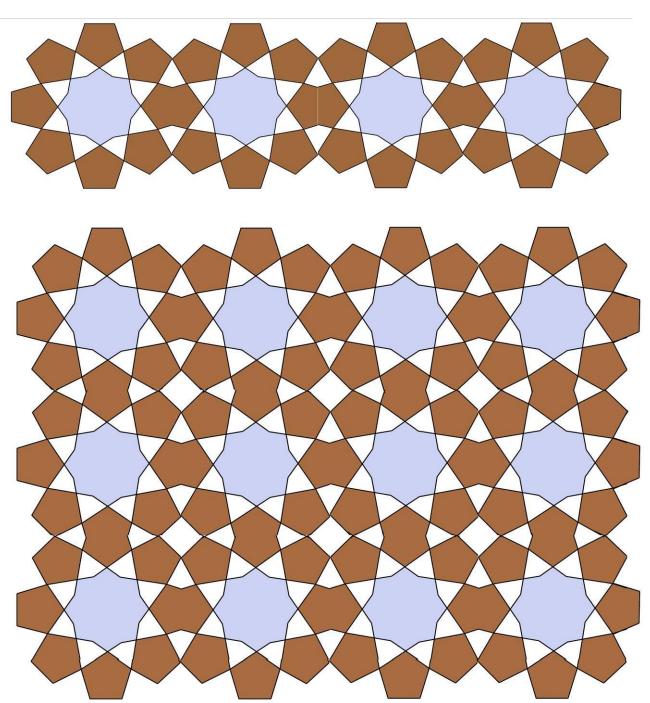


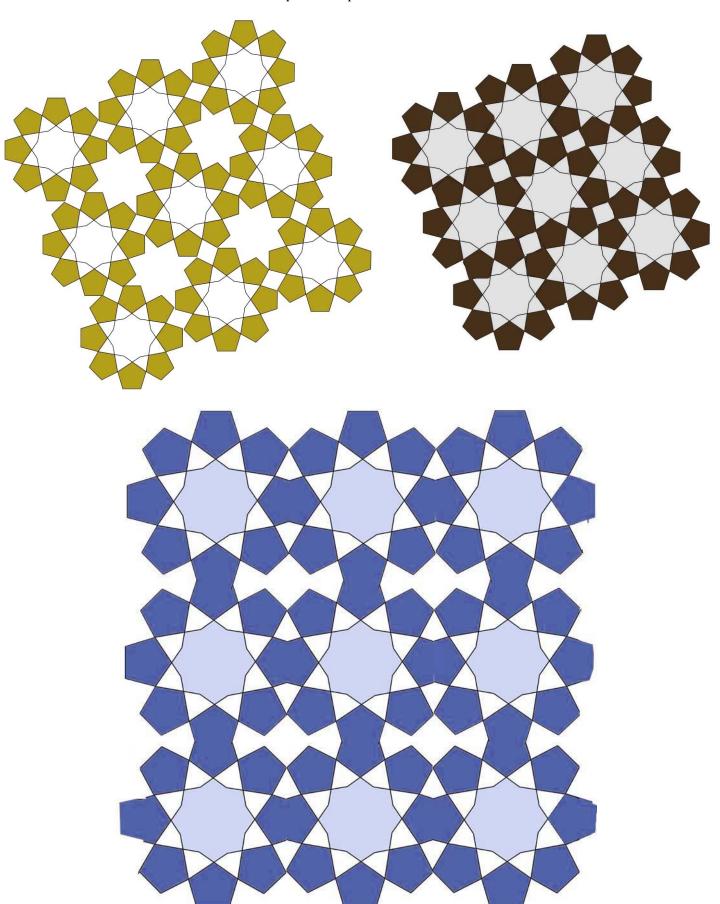


Construction d'un pavage.

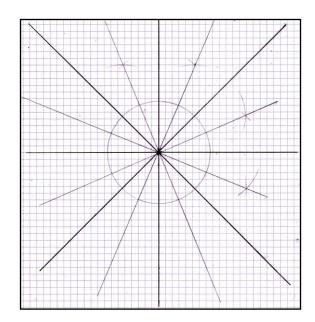


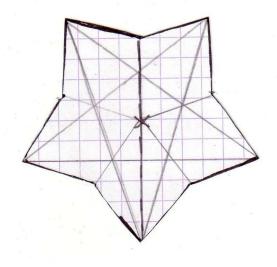
A droite, le module servant à construire la frise et le pavage ci dessous.



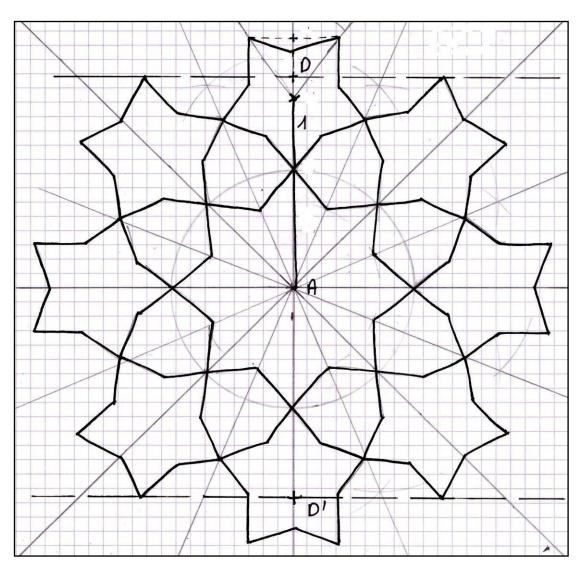


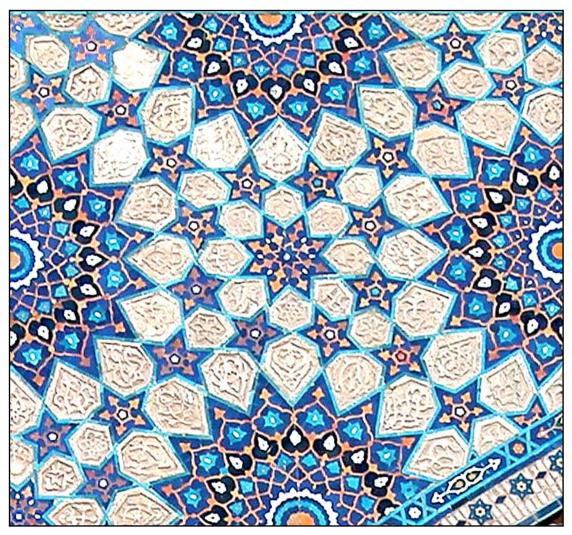
Étoiles à huit construites avec des pentagones d'or :



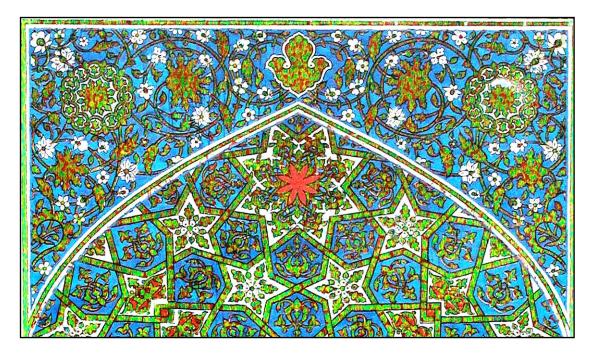


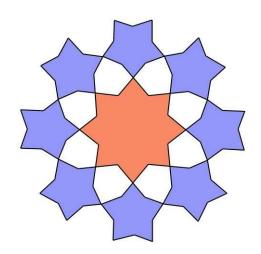
Sur-module correspondant.



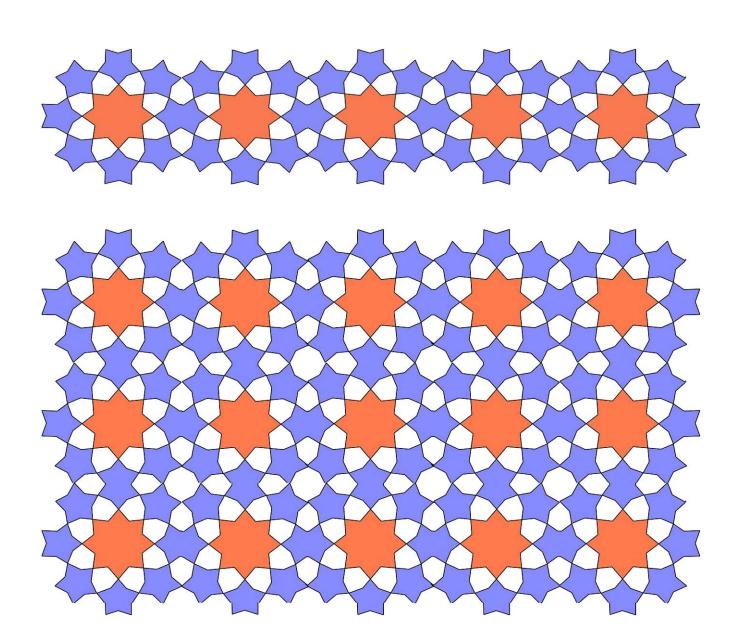


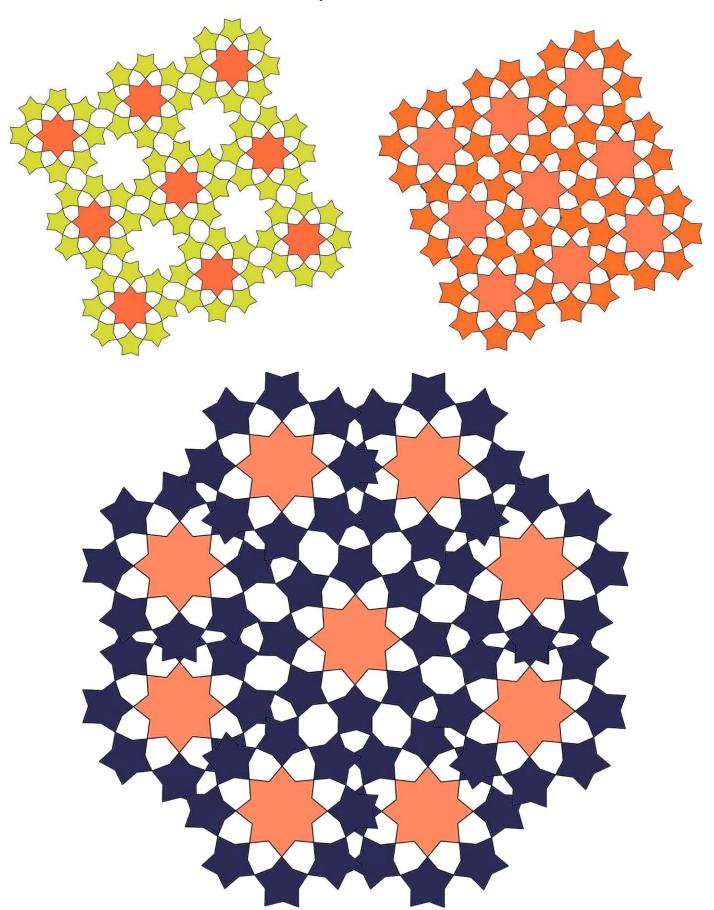
Registan de Samarcande : composition d'étoiles à seize formant une étoile à huit sur l'alfiz de la médersa Oulough Begh ; décoration de papier mâché (gantch) à la mosquée Tilla Kari.

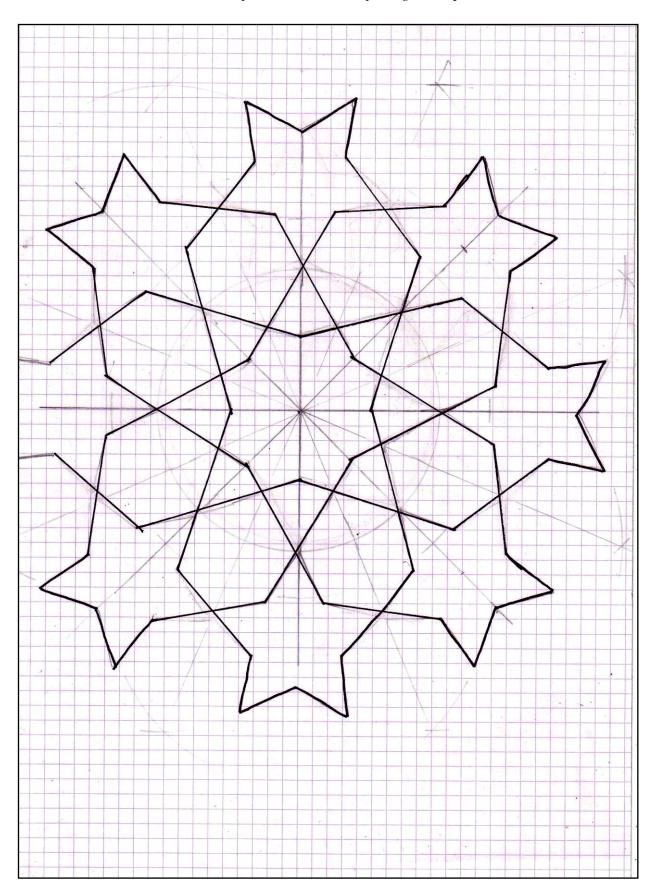


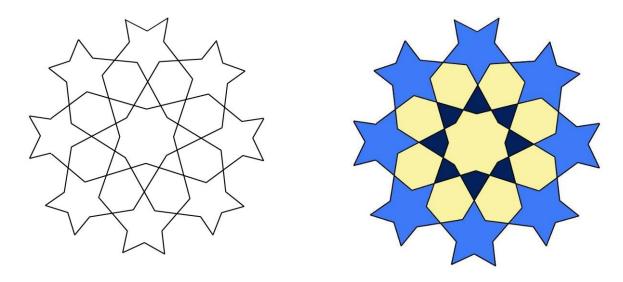


A droite, le sur-module servant à construire la frise du pavage ci-dessous.

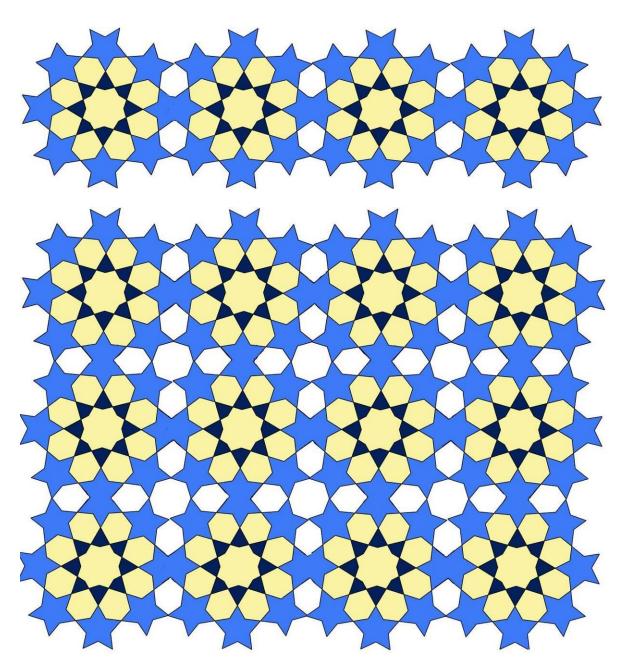








Sur-modules utilisés :







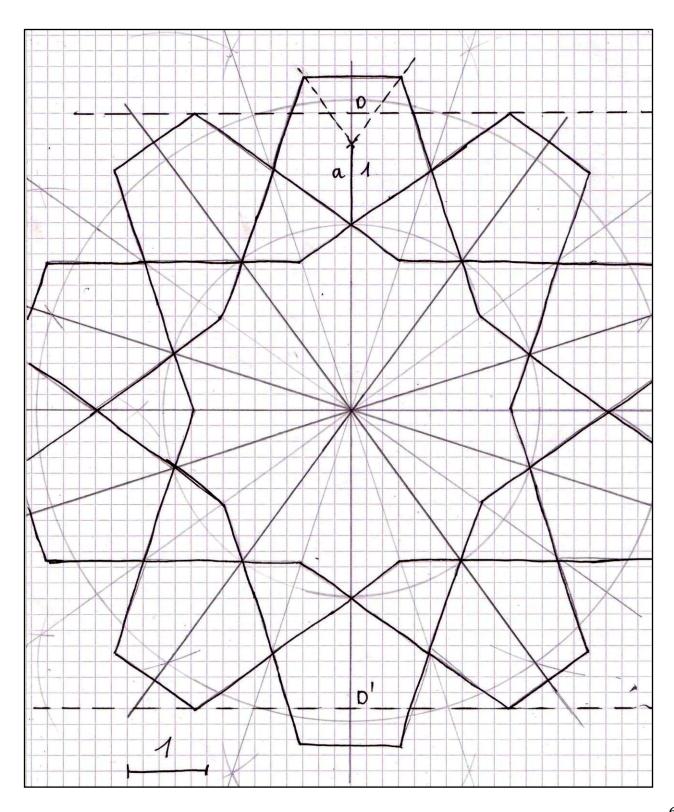
Majoliques de la mosquée Tilla Kari du Registan de Samarcande.

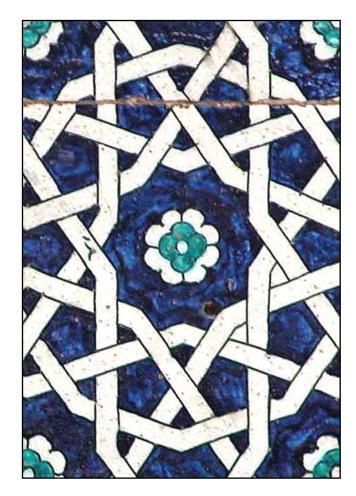


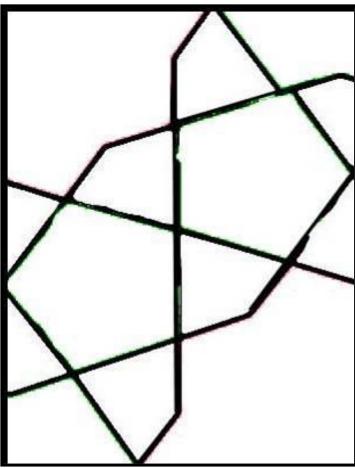
Kaschis du pistach de la médersa Chir Dor du Registan : étoiles à huit avec comme satellites des carrés ; c'est le même type de squelette pour les mosaïques romaines de Lixus au Maroc.

L'étoile à dix:

Étude de l'étoile à dix pétales avec pour satellites des pentagones convexes réguliers :

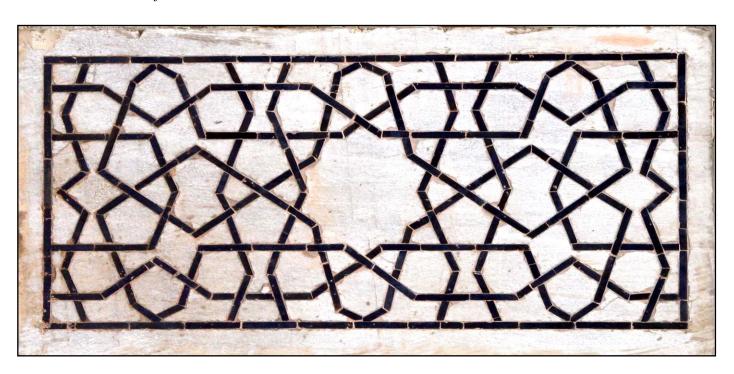




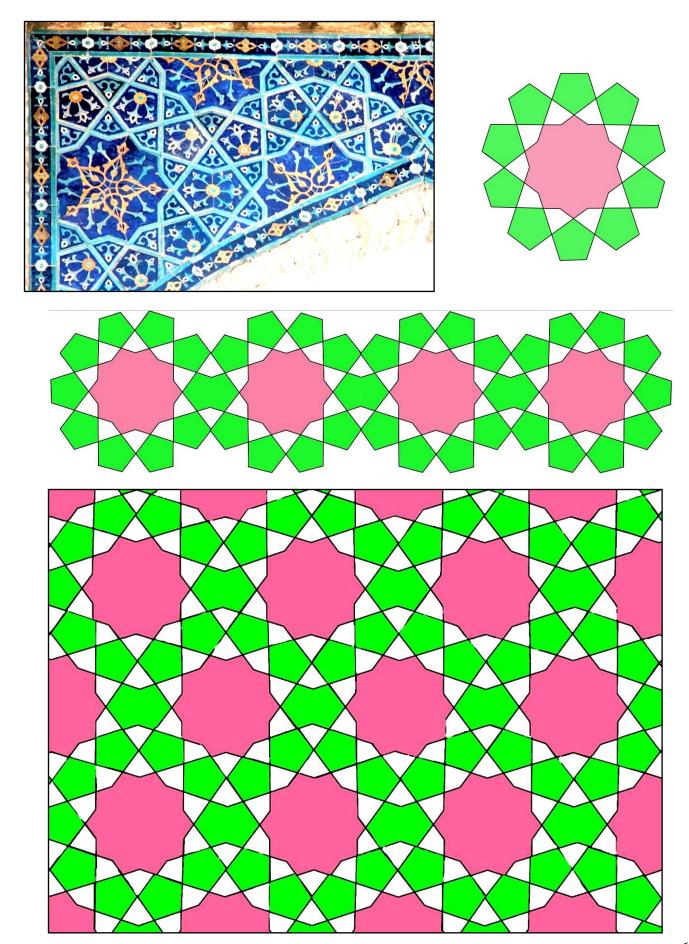


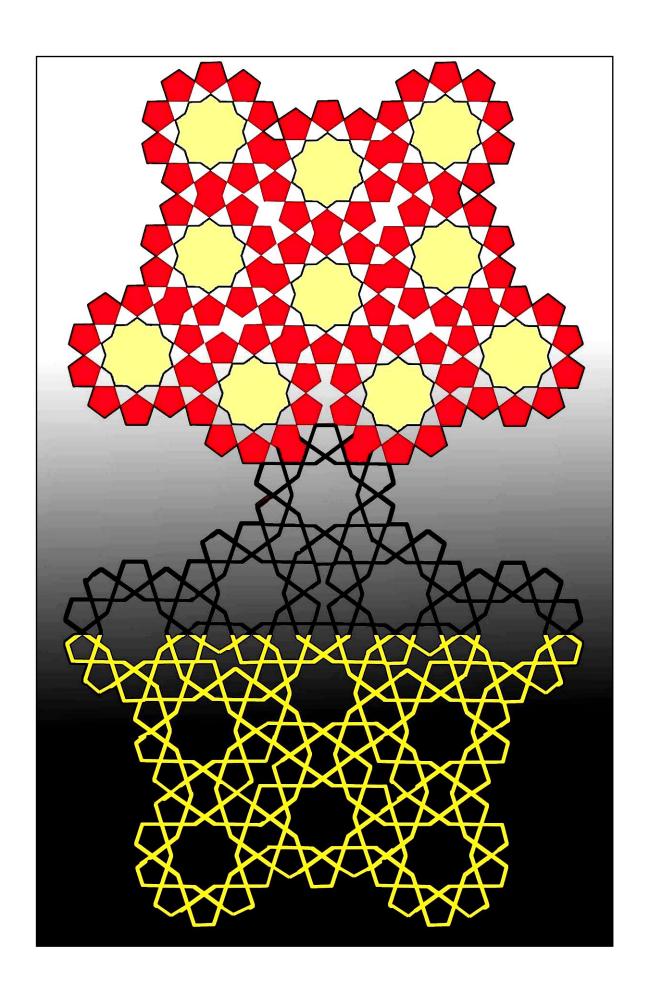
Palais forteresse de Khiva.

Carré minimal.

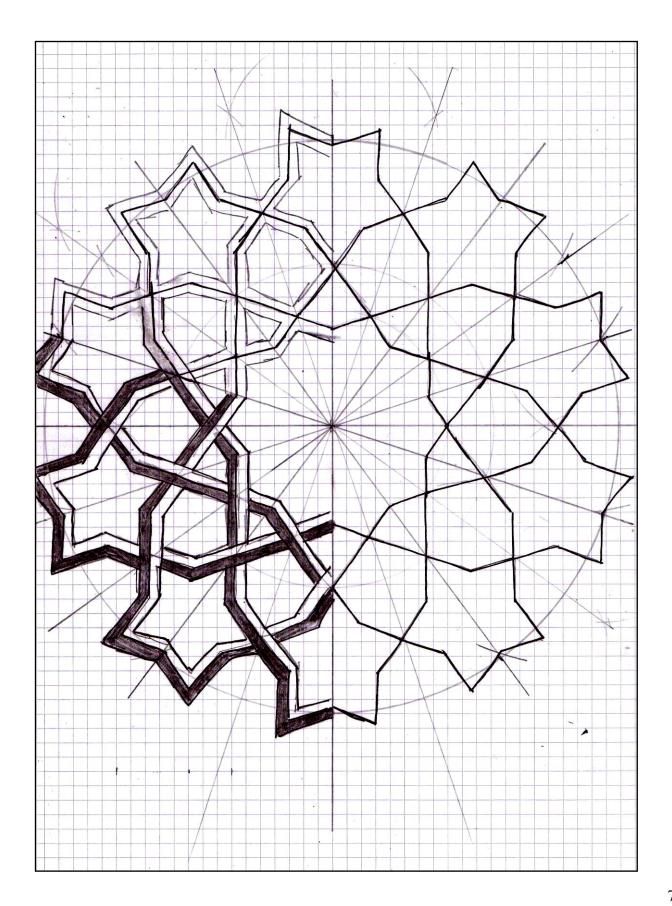


Médersa Oulough Begh à Samarcande.



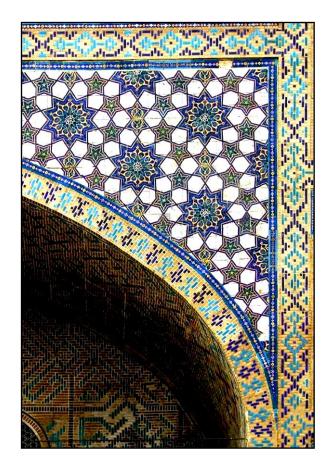


Les étoiles à dix ont pour satellites des pentagones d'or :

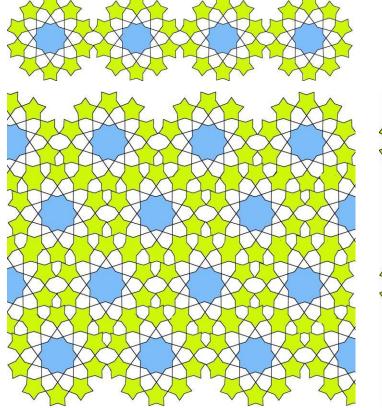




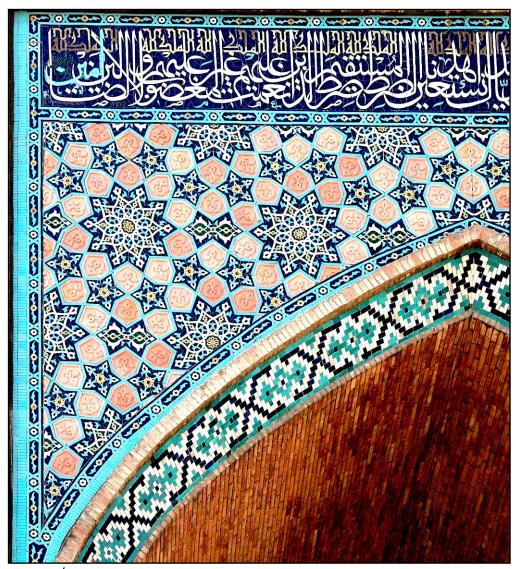
Pistach de la mosquée Bibi Kanun.



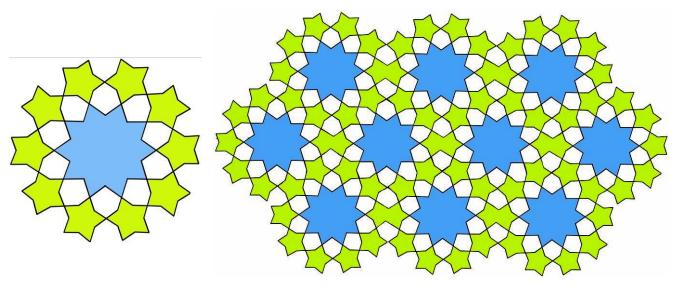
Alfiz de la mosquée Kok Goumbaz à Shahrisabz.



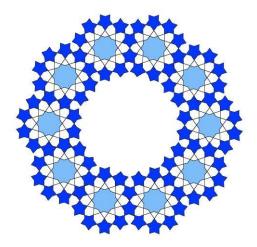
Deux types de composition avec le même sur-module.



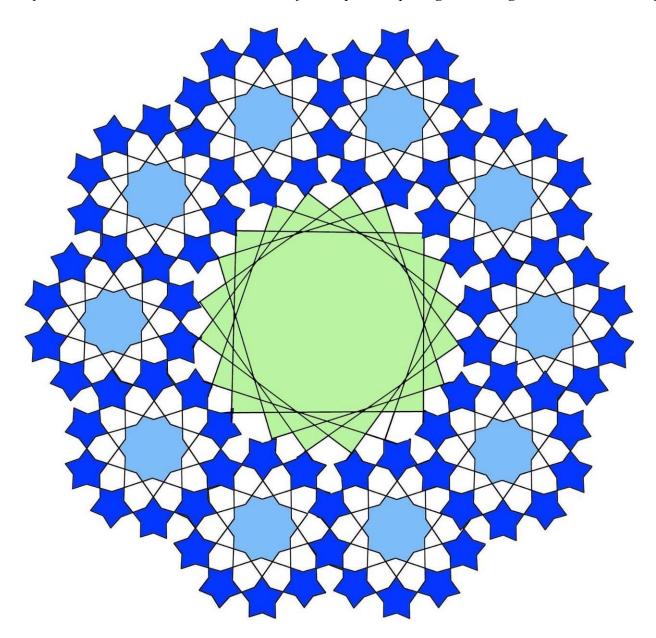
Étoiles à cinq avec pour satellites des octogones d'or sur l'alfiz de la médersa Koukeldash à Tachkent.

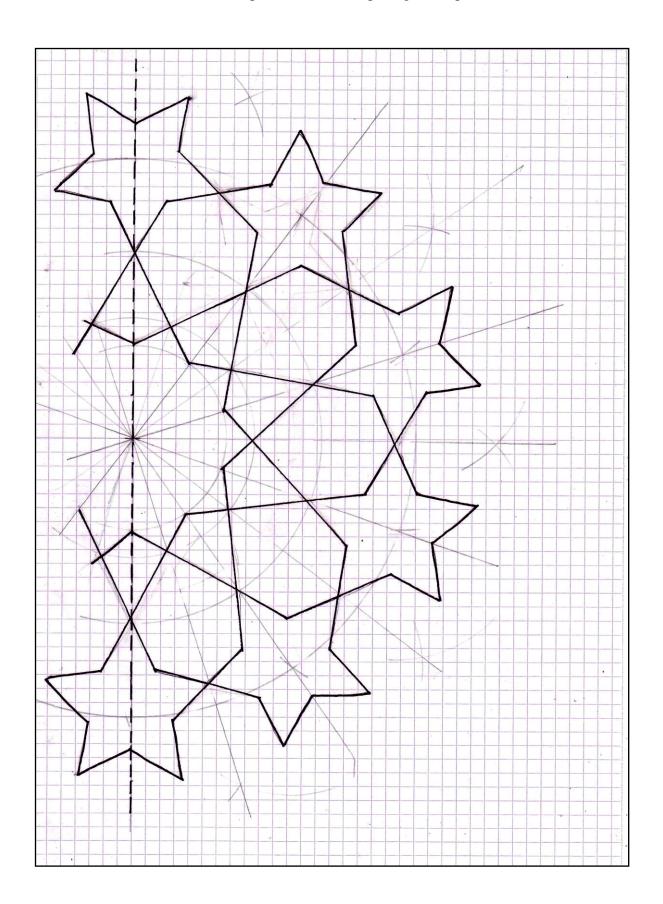


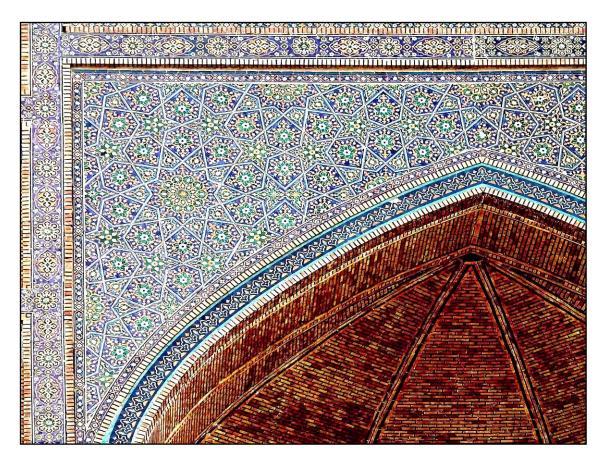
Module de base et composition de ces sur-modules.



La disposition en couronne de dix sur-modules formés par dix pentagones d'or génère une étoile à vingt.



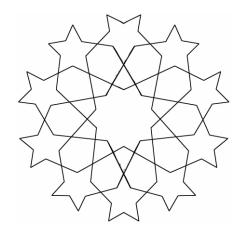


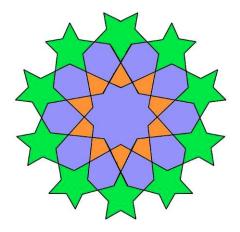


Tympan du pistach de la médersa Mir-I-Arab à Boukhara.

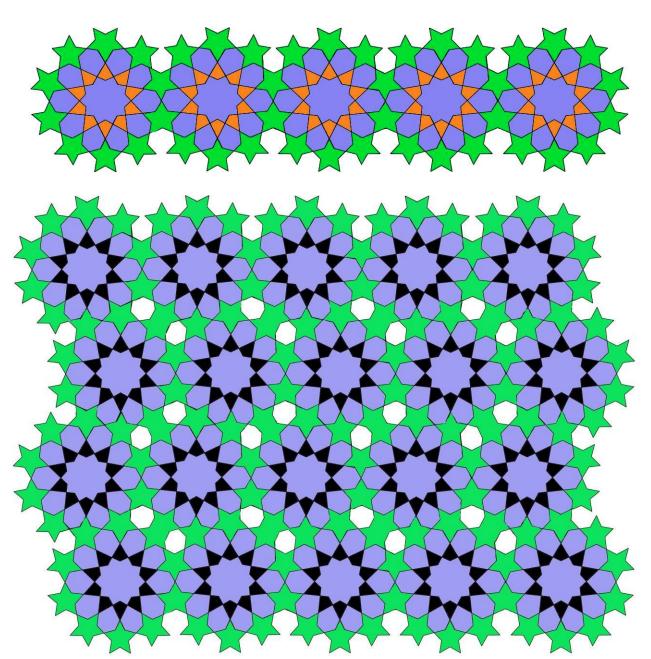


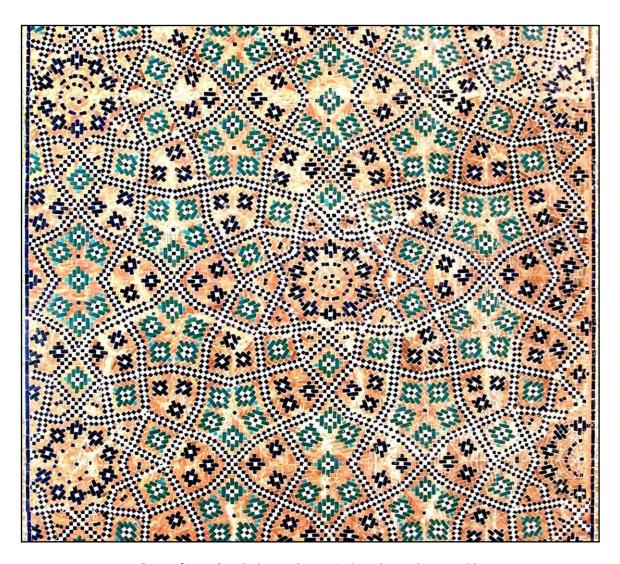
Panneau de l'iwan de la mosquée Bibi Kanun à Samarcande.



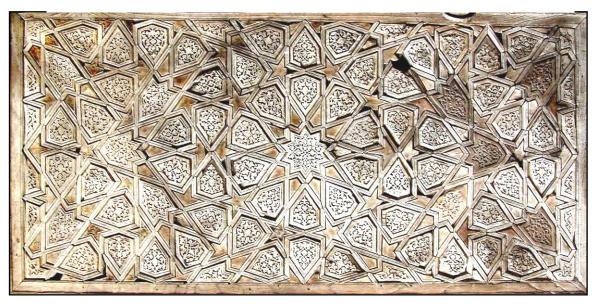


Sur-modules utilisés :





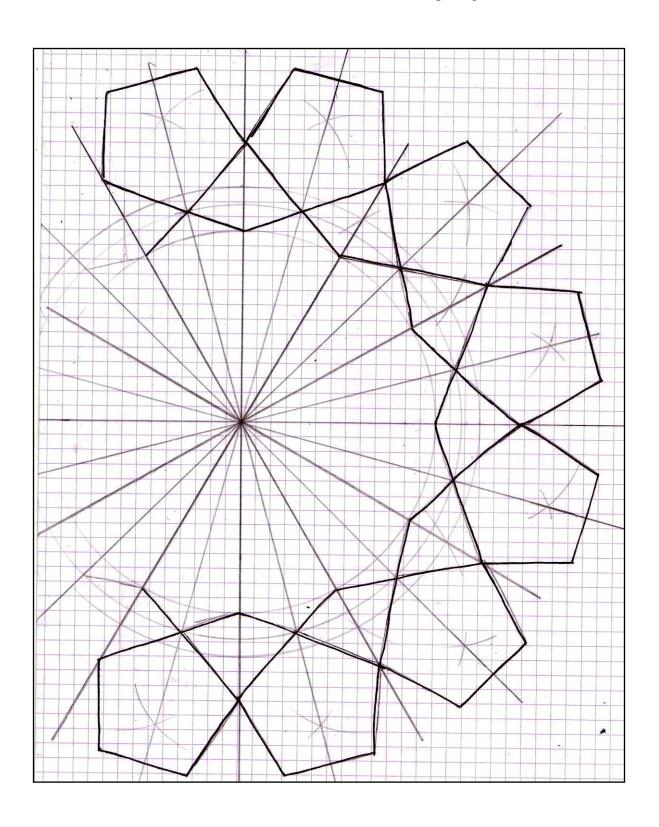
Iwan d'entrée de la médersa Oulough Begh à Boukhara.

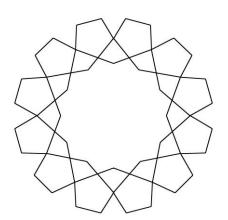


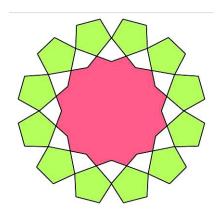
Couronne de pentagones étoilés d'un panneau de porte de la médersa Koukeldash à Boukhara.

L'étoile à douze :

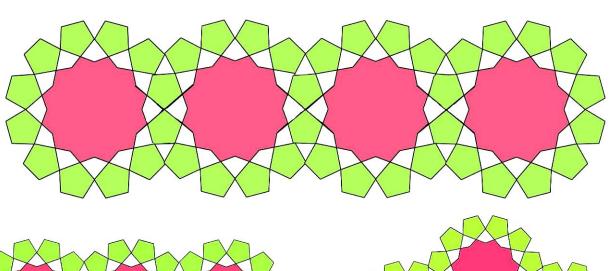
Les étoiles à douze sont construites avec des pentagones convexes :

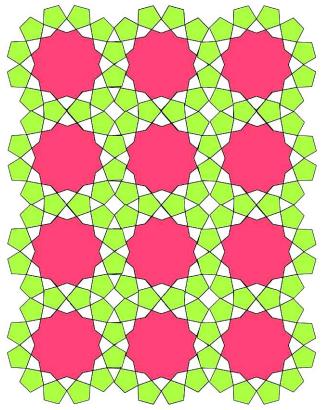


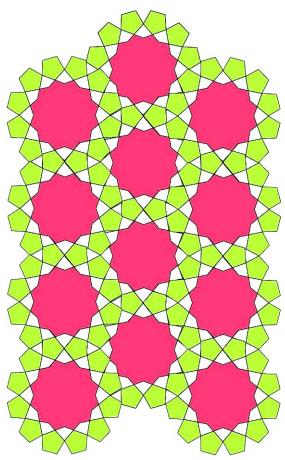




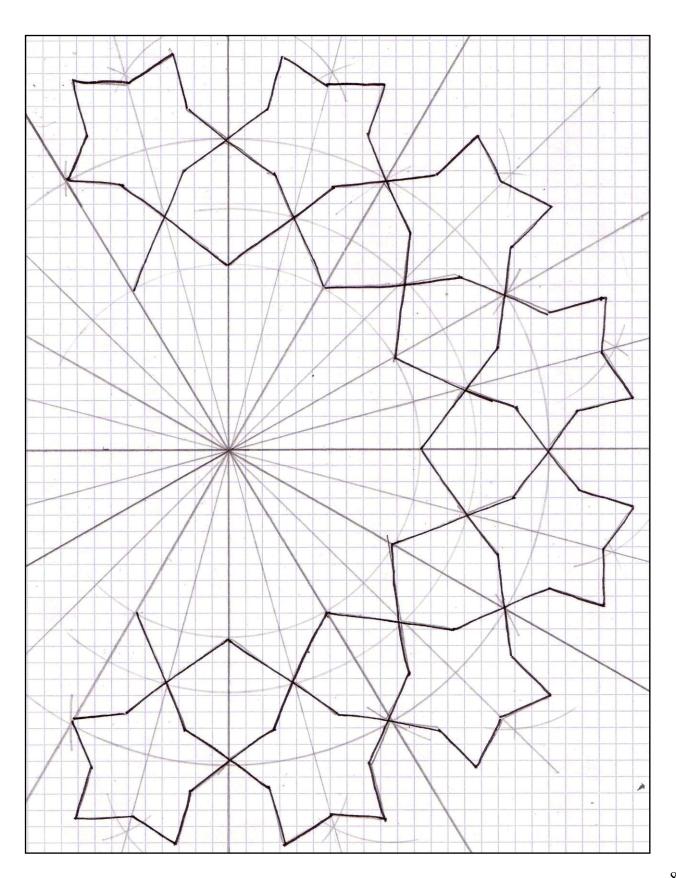
Sur-modules utilisés

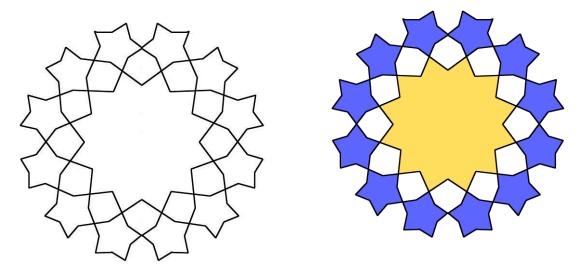




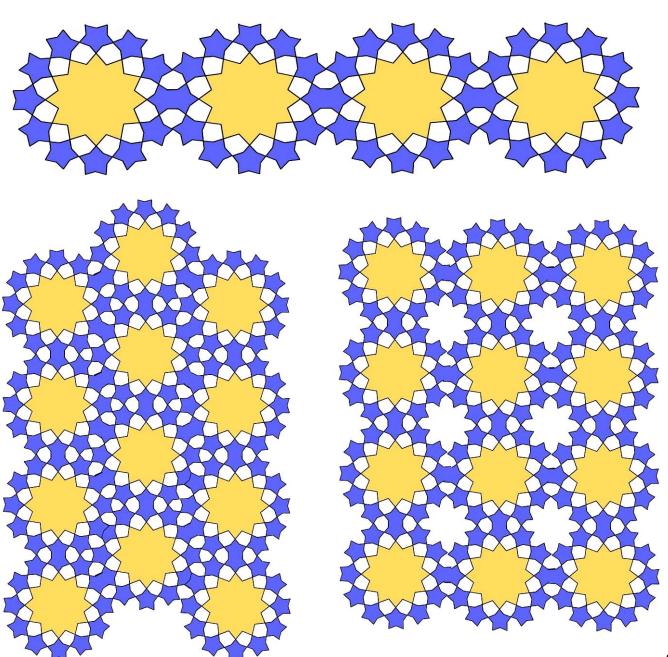


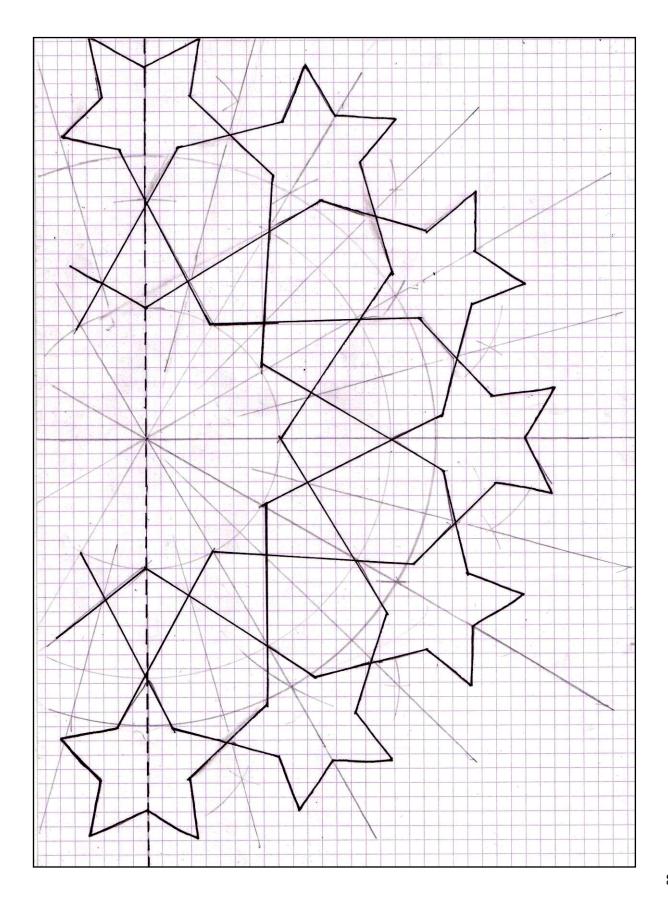
Étoile à douze construite avec des pentagones d'or :

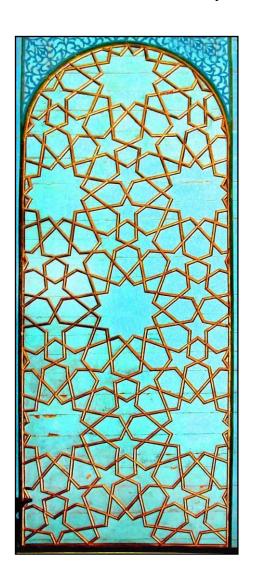


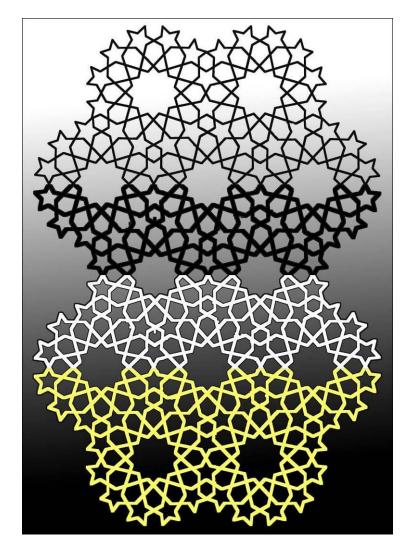


Sur-modules utilisés

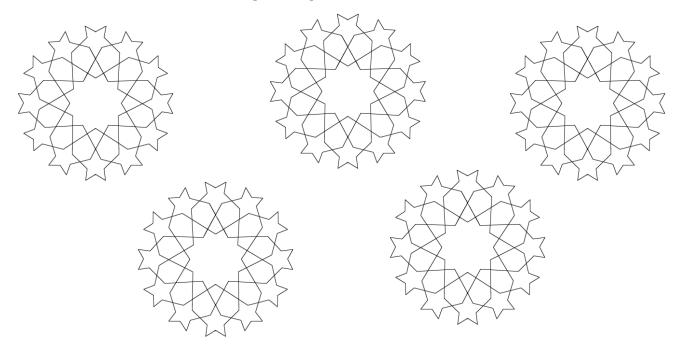




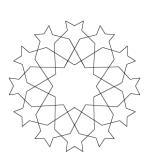


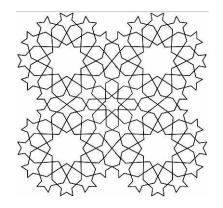


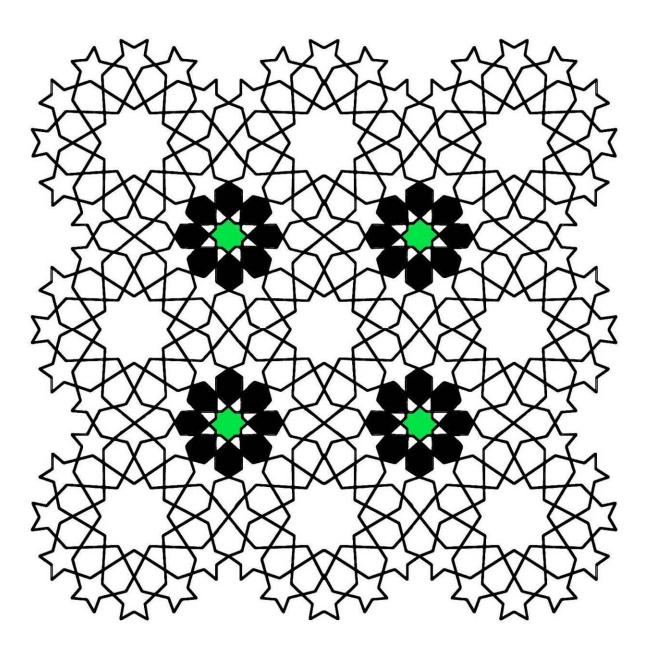
Panneau de bois peint au palais de la lune et des étoiles à Boukhara.

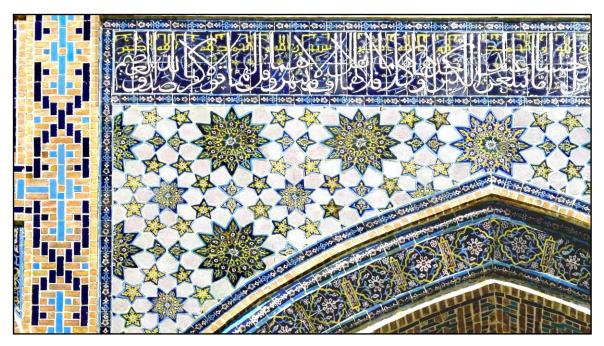


Composition en carré de quatre étoiles à douze :

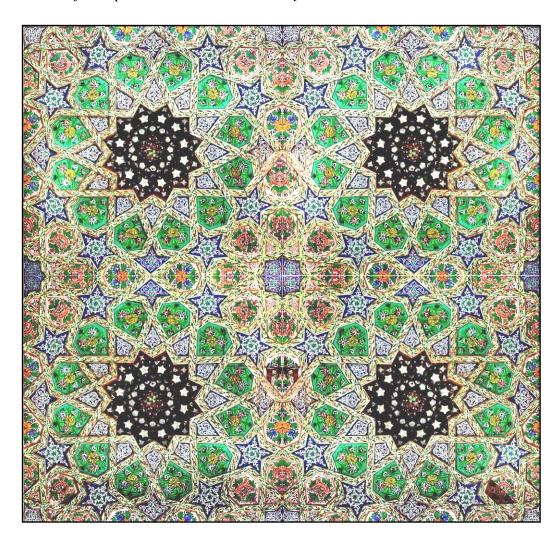








Alfiz du pistach du mausolée de Kazy Zade Roumi à Shah-I-Zinda.



Plafond du mausolée de Baha-Al Din près de Boukhara.

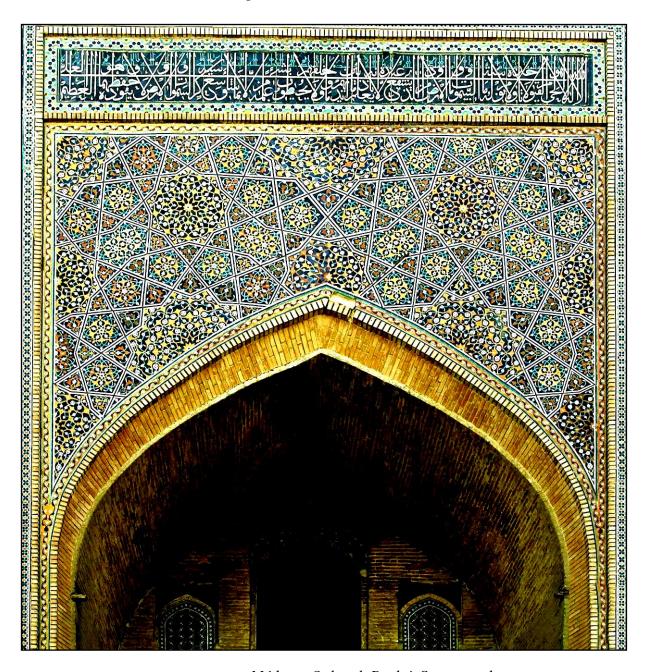


Entrée de la nécropole de Shah-I-Zinda

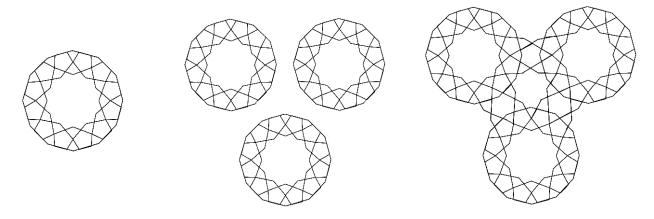


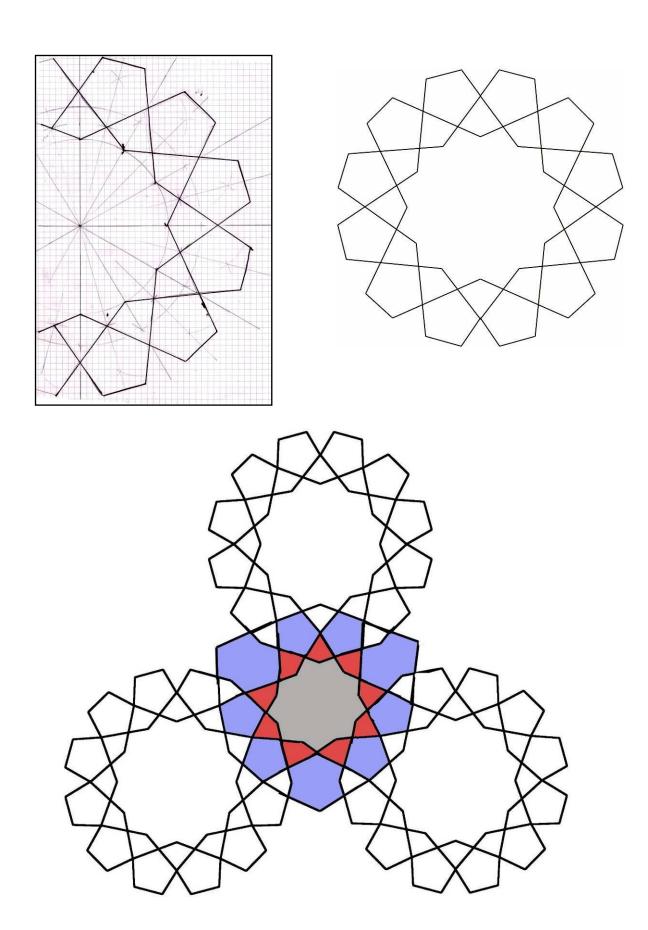
Plafond du mausolée de Baha-Al Din à Boukhara.

Détail du pistach d'entrée.

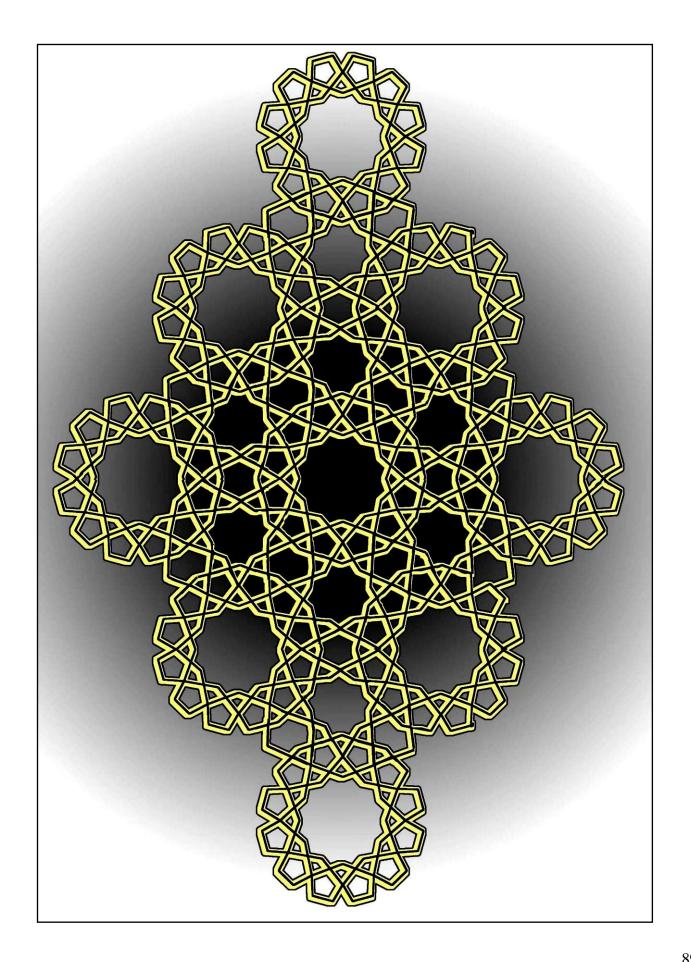


Médersa Oulough Begh à Samarcande.





La composition de trois étoiles à douze génère une étoile à neuf.

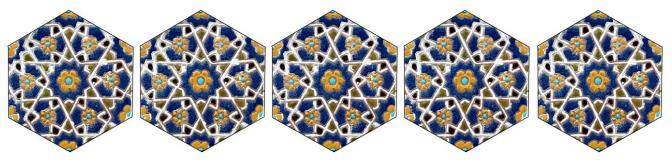


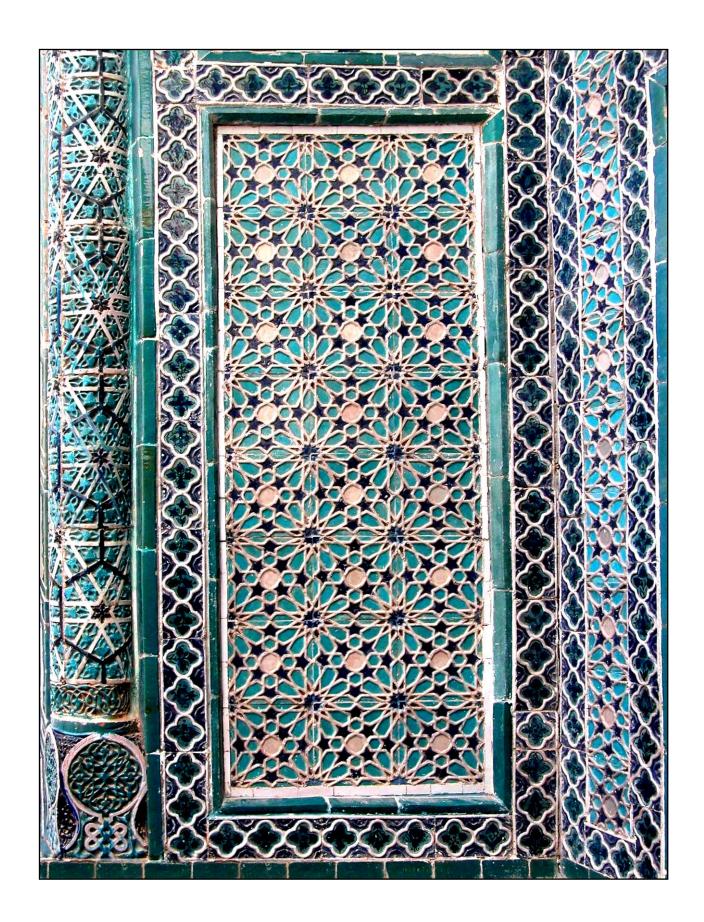


Alfiz de l'iwan de la Mosquée Tilla Kari à Samarcande. Alfiz à Shah-I-Zinda.

Étoiles à douze obtenues avec des pentagones convexes irréguliers ; majoliques de Shah-I-Zinda.

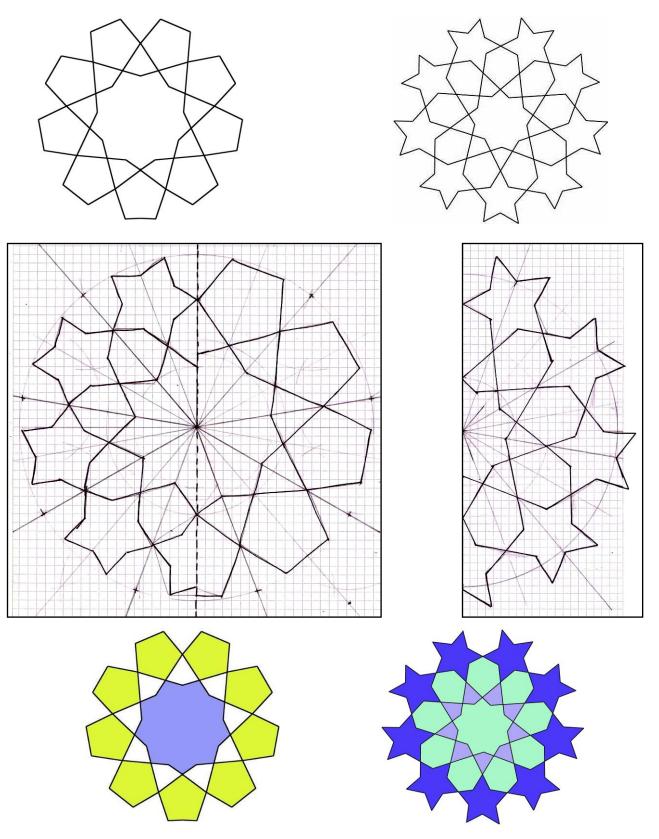


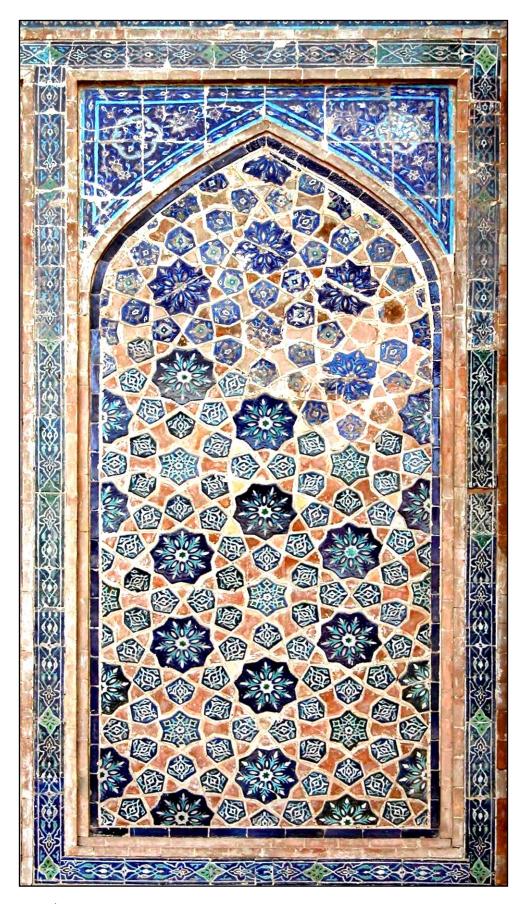




Majoliques ciselées du mausolée de Khodja Akhmad à Shah-I-Zinda.

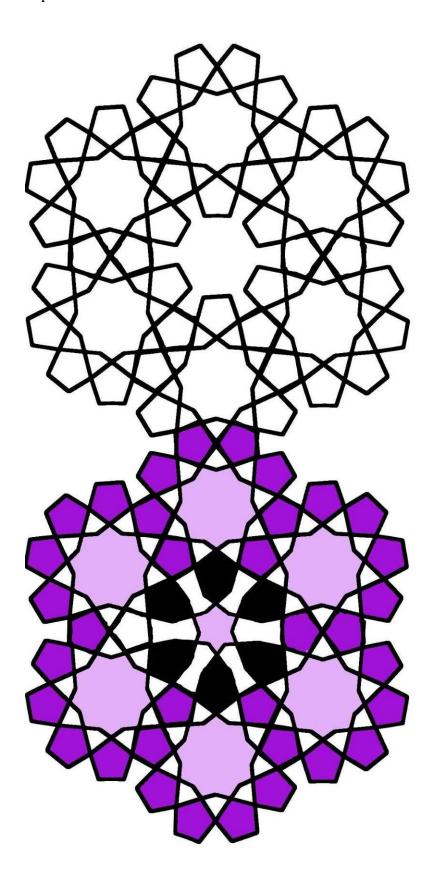
Étoiles à neuf:



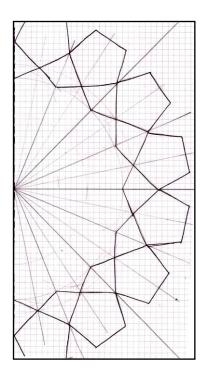


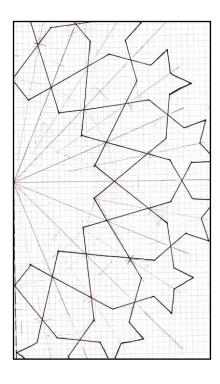
Étoiles à neuf de l'iwan de la médersa Oulough Begh au Registan.

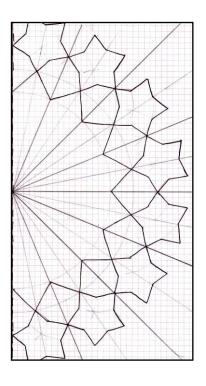
Composition convergente de six sur-modules à neuf, convergence obtenue par basculement de vingt degrés de chaque sur-module par rapport à son précédent. Le résultat compose une structure à six axes en son centre.

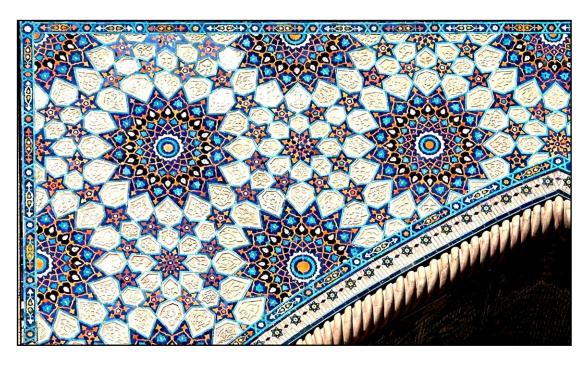


Étoiles à seize :



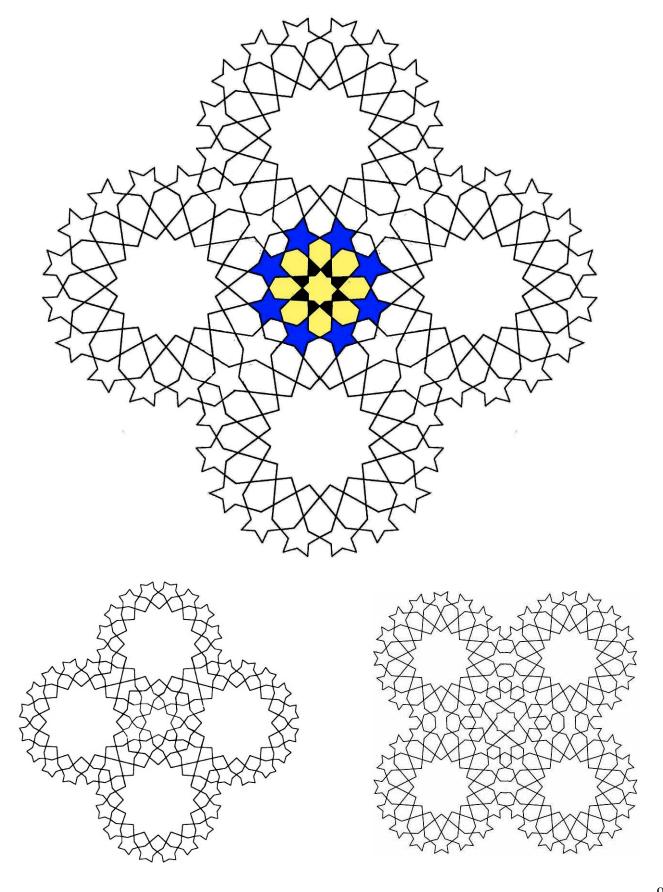




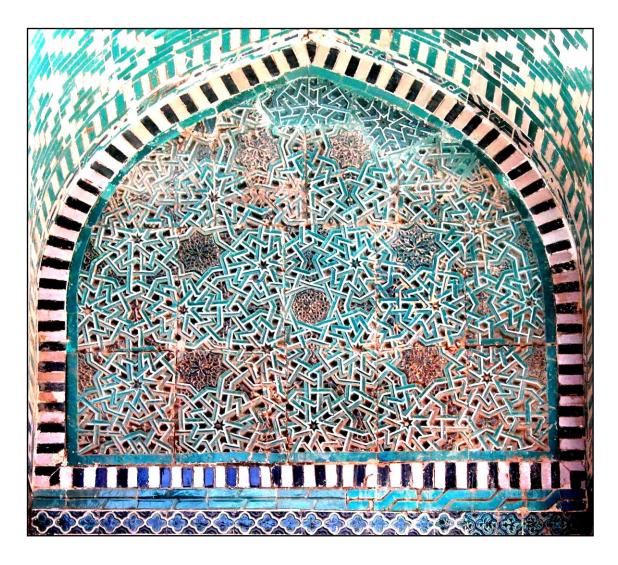


Tympan du pistach de la médersa Oulough Begh au Registan.

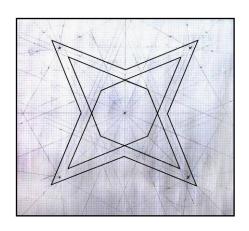
Compositions convergentes d'étoiles à seize

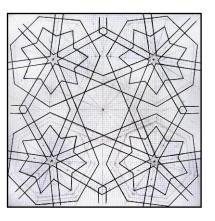


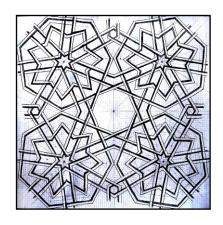
Étoiles à sept:

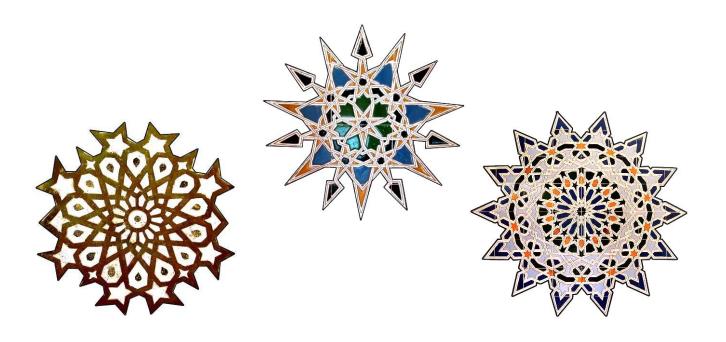


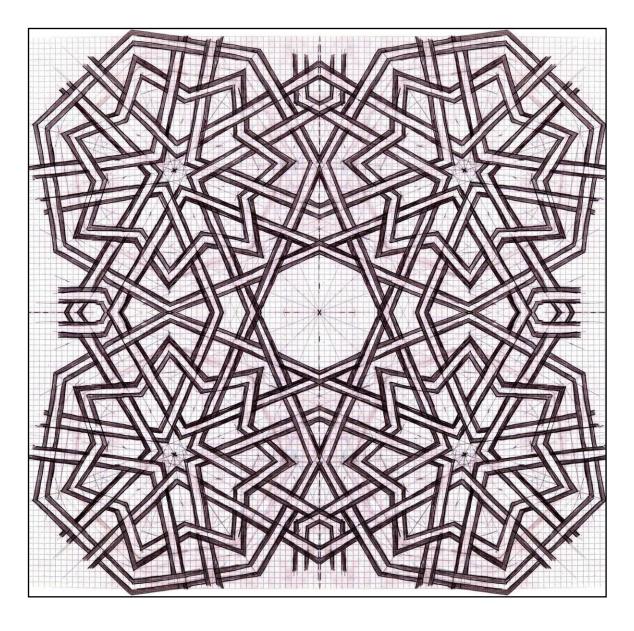
Alfiz décoré par Fakhr Ali en 1350 au mausolée de Khodja Akhmad à Shah-I-Zinda., c'est une des plus anciennes et des plus belles majoliques ciselées.





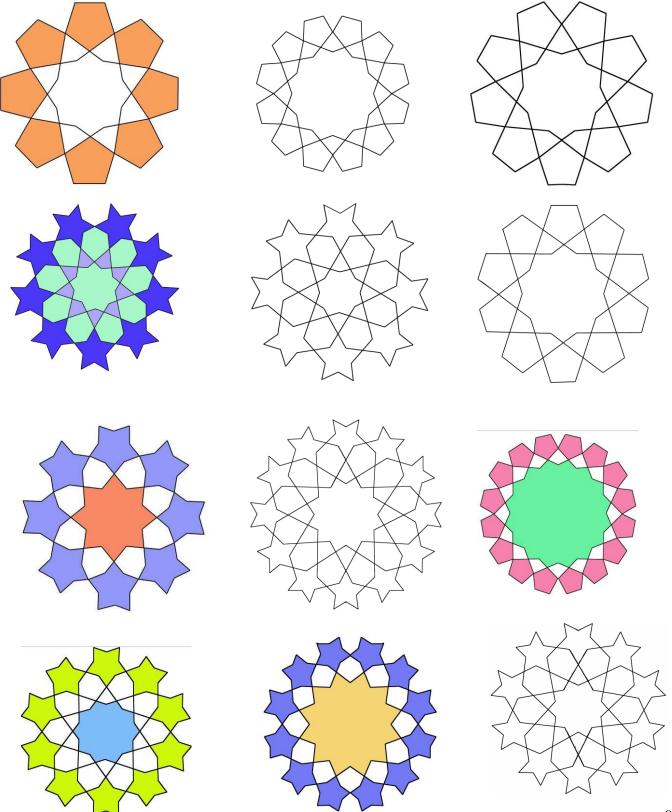






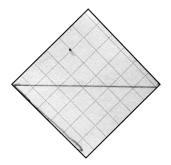
Banque de sur-modules :

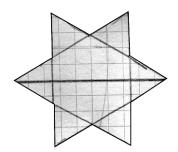
Sur-modules construits avec différents types de **pentagones** et pouvant se composer de différentes manières pour former des pavages.

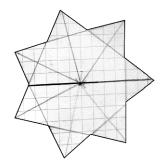


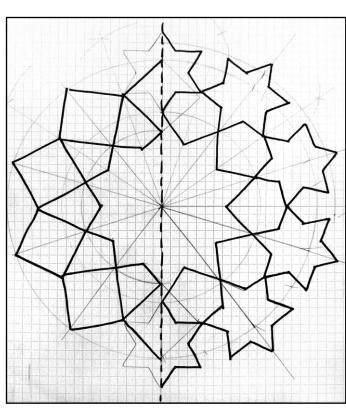
Autre type de sur-modules

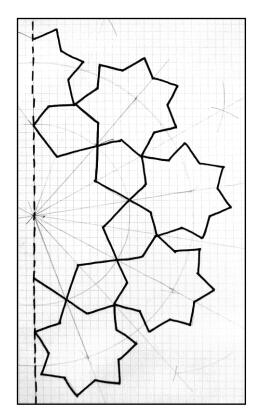
D'autres types de polygones peuvent être utilisés pour construire un surmodule : carré, hexagone, heptagone...





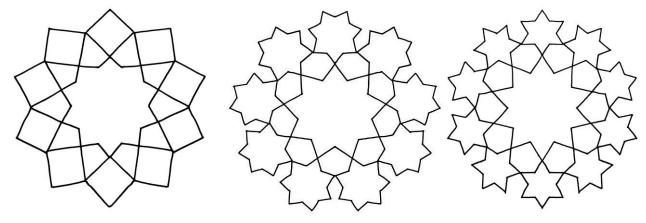




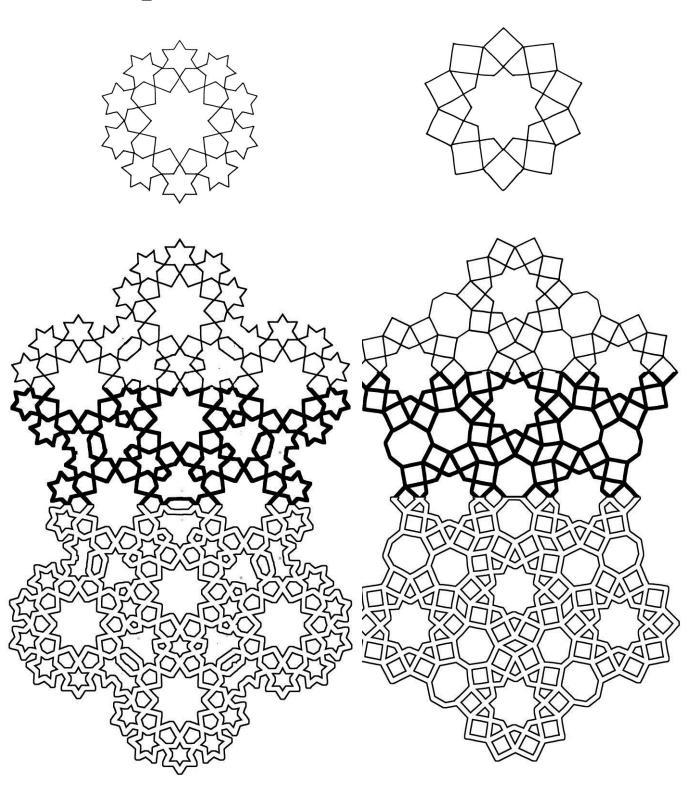


Sur-modules crées par dix carrés et dix hexagones

Sur-module créé par neuf heptagones.



Composition de sur-modules :

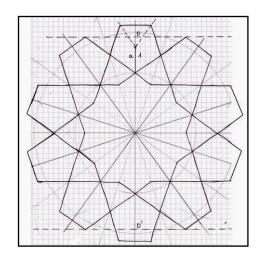


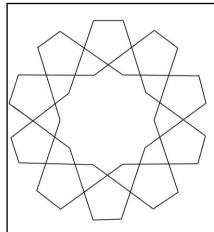
Composition des sur-modules précédents.

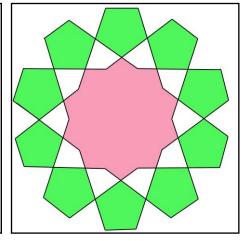
CONSTRUCTION

Méthodes de construction :

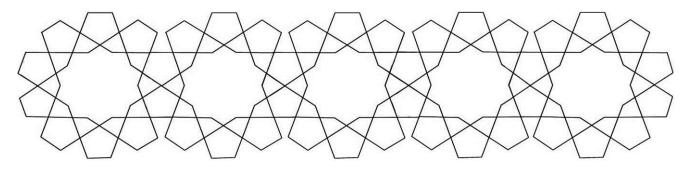
La première méthode consiste à construire le sur-module qui sera transformé en frise, puis en panneaux selon un canevas.

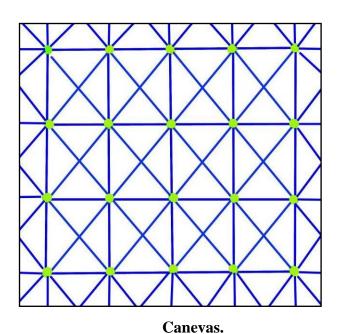




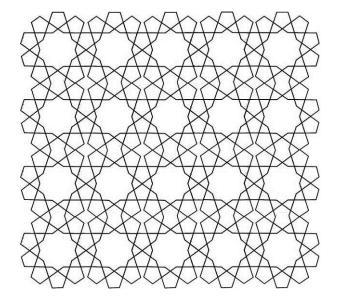


Construction du sur-module.

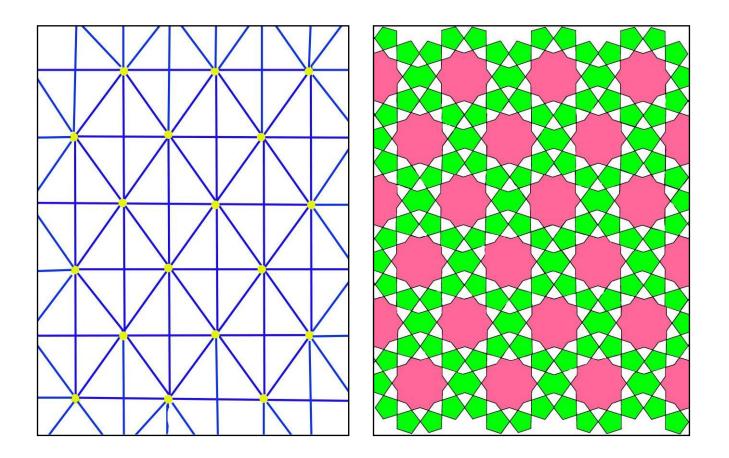




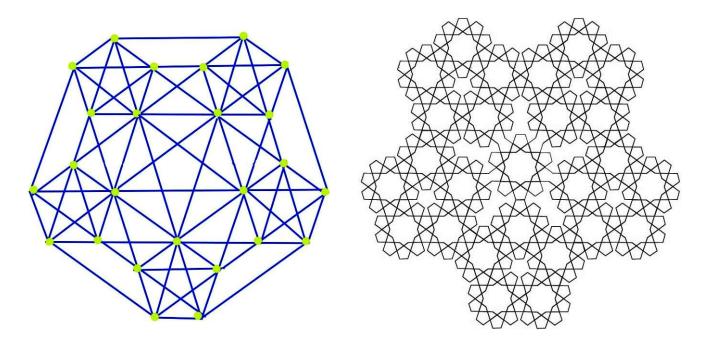
Frise.



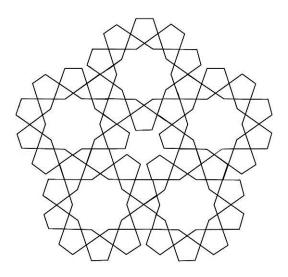
Panneau correspondant au canevas.



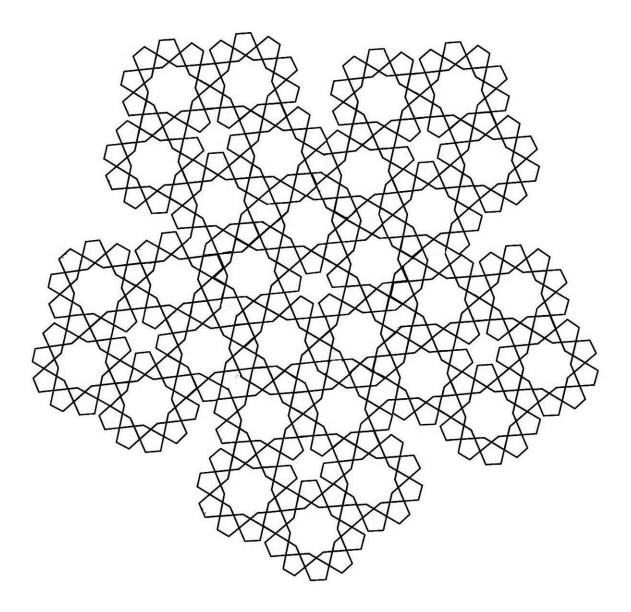
Autre canevas, autre décor.



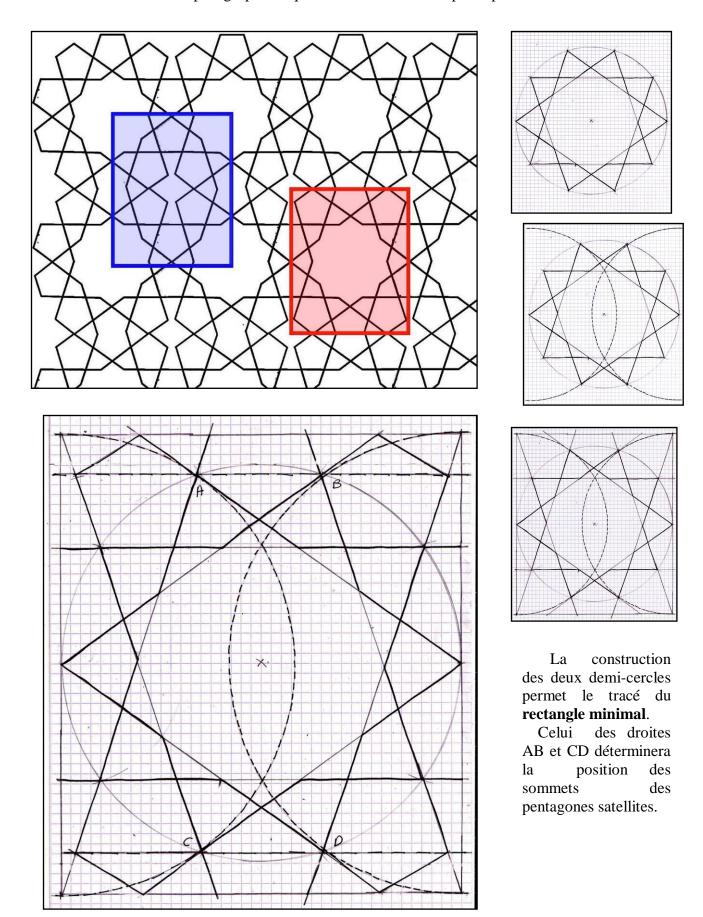
Autre module, autre canevas, autre décor.



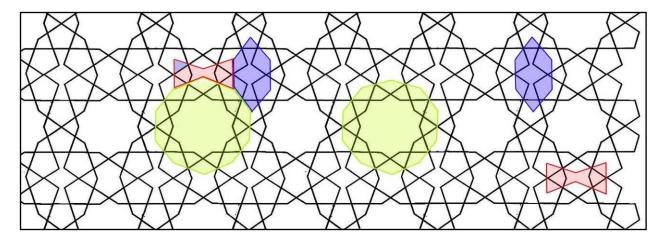
Agencement différent du sur-module précédent : un sur-module central et cinq satellites.



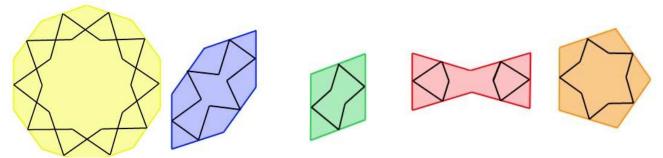
La deuxième méthode consiste à chercher parmi les rectangles minimaux celui du pavage périodique dont le tracé est le plus apte à être dessiné : le



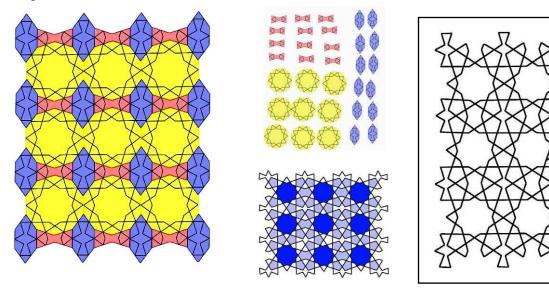
Troisième méthode : dans les **pavages non périodiques**, de type **Penrose**, aucun rectangle minimal ne peut être dégagé. En revanche, la mise en évidence d'un pavage de polygones permet de tracer l'ensemble.



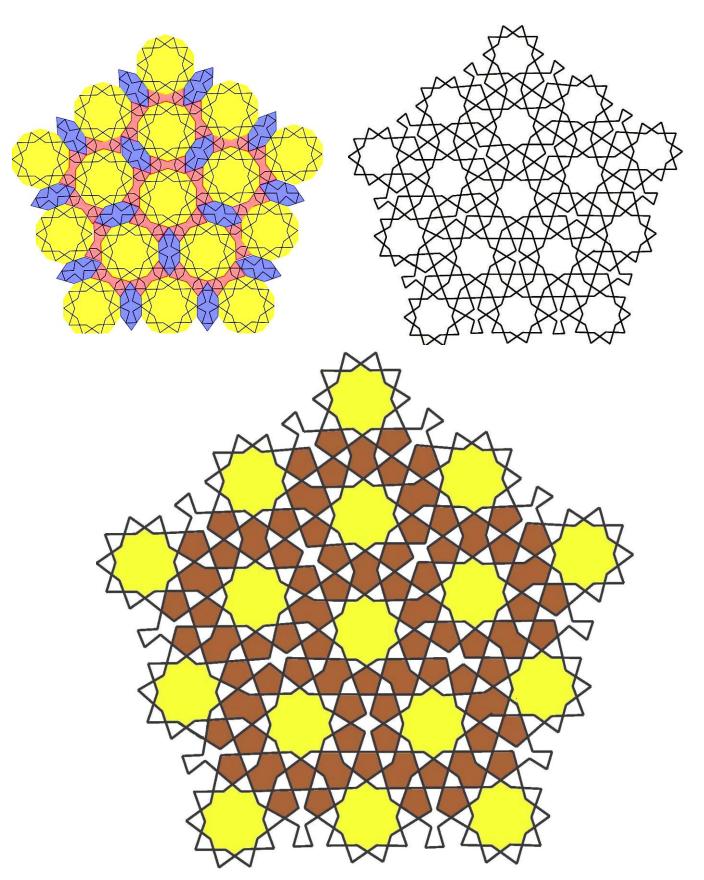
Mise en évidence du **pavage périodique** du plan par trois polygones. Le fait de choisir le pentagone comme base facilite la compréhension de l'ensemble car nous bénéficions de tous les avantages des nombres d'or. Leurs propriétés algébriques extraordinaires se retrouvent en effet dans toutes les constructions géométriques utilisées :



Tous ces polygones qui peuvent servir pour un **pavage périodique** ou **non périodique** du plan ont des **côtés égaux** ; les différents segments joignant les milieux des côtés seront dans la continuité les uns des autres lorsqu'ils seront accolés. Ce sont ces segments qui formeront le squelette du décor.

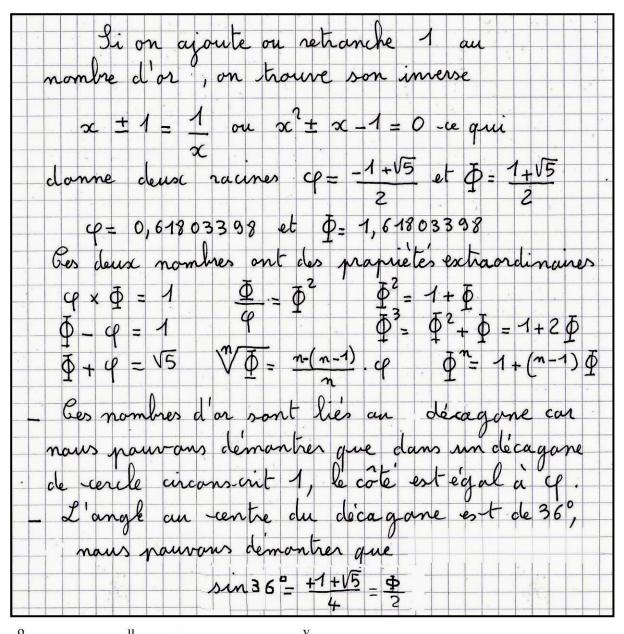


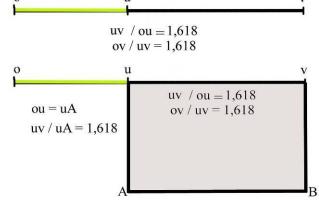
Construction du module d'un pavage **non périodique** du plan :

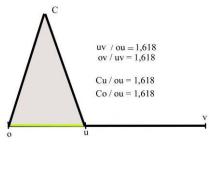


Les nombres d'or :

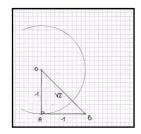
Définition des nombres d'or :

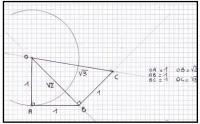


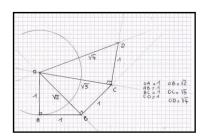


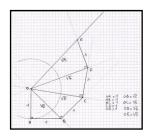


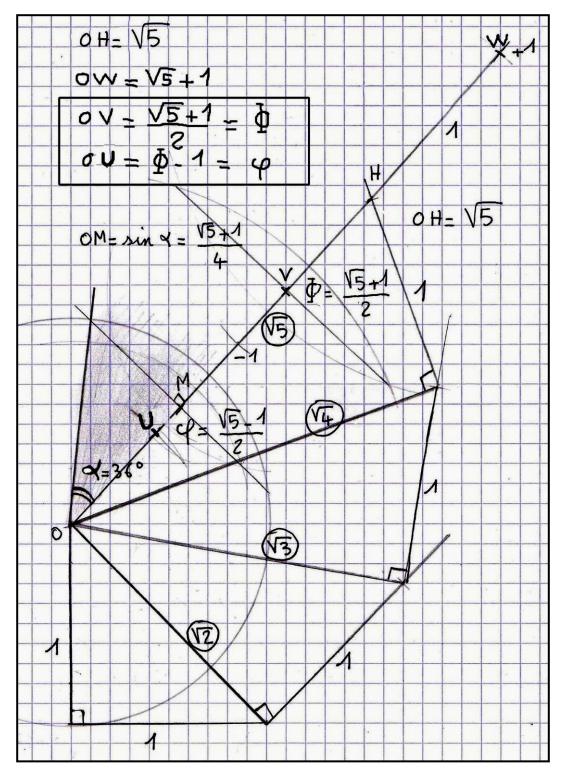
Construction des nombres d'or :

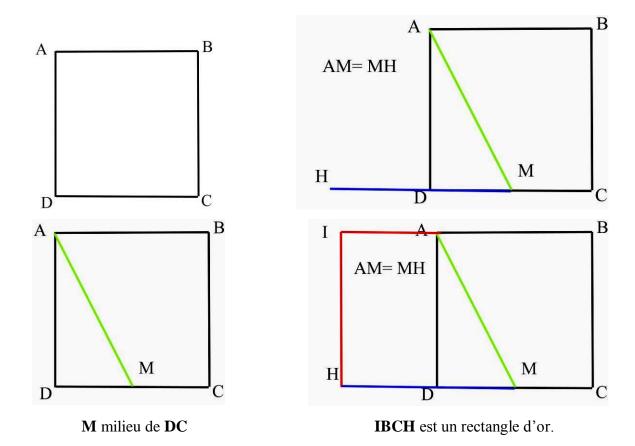




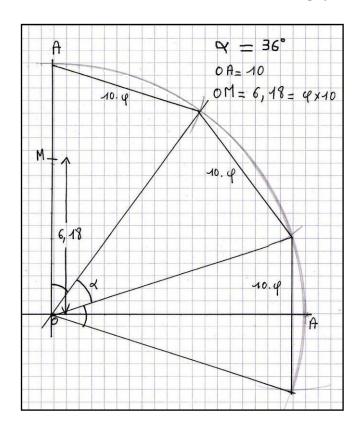








Construction simplifiée du décagone :

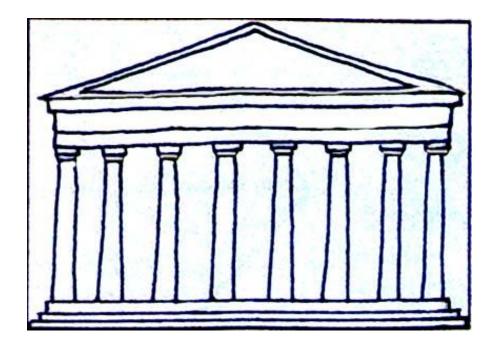


Le côté du décagone dont le rayon du cercle circonscrit est égal à l'unité 1, est égal au petit nombre d'or.

Donc:

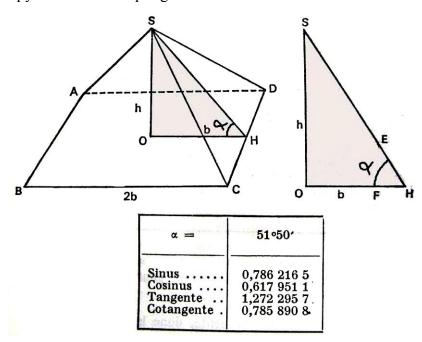
Il suffit de construire un cercle dont le rayon est égal à l'unité (ou à dix unités) le côté du décagone sera alors égal à la mesure de la corde de la longueur du nombre d'or, soit **0,618** unité (ou 6,18 pour un rayon égal à dix fois l'unité).

Dans son traité de géométrie plane « les Eléments », Euclide (300 A.J.C) généralise l'usage de la règle et du compas en formulant des méthodes de construction pour les figures géométriques simples ; il décrit ainsi la construction du nombre d'or déjà connue par Pythagore et Platon. Il définit ce nombre comme le résultat du partage d'un segment en moyenne et extrême raison (« Eléments II, chapitre II).



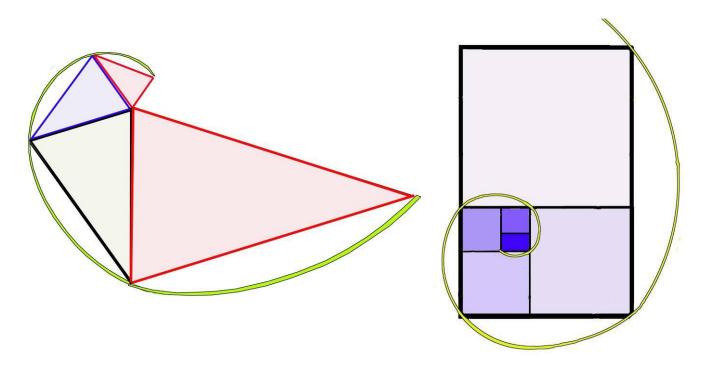
Ces nombres se retrouvent partout dans la nature et dans de nombreuses réalisations humaines : dans les proportions du Parthénon à Athènes, construit par l'architecte Phidias, d'où la notation symbolique de ces nombres sous le nom de la lettre grecque « **phi** », initiale de Phidias.

L'angle de l'équilibre instable d'un amoncellement (tas de sable, pyramide...) est de 51° 49' 38'' le cosinus de cet angle est égal au nombre d'or. Ce qui est une des théories expliquant l'angle de la pyramide de Khéops égale à 51° 50'

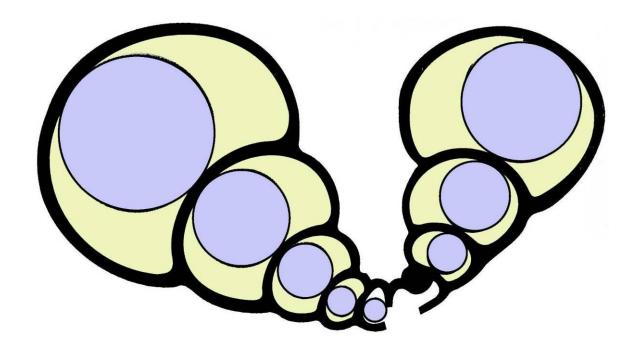


La projection dans le plan de la répartition des feuilles sur une tige correspond à la spirale tracée à partir d'un triangle sublime (triangle isocèle dont la base est égale au petit nombre d'or et dont les côtés sont égaux au grand nombre d'or).

La spirale de l'ammonite correspond à celle tracée à partir du rectangle d'or.

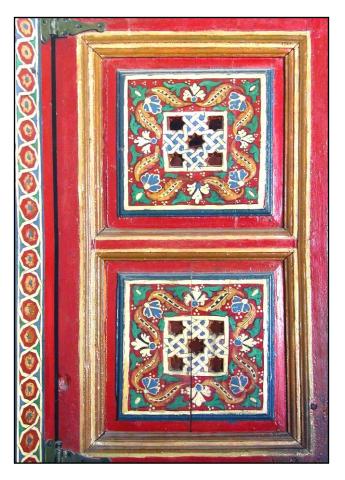


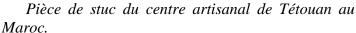
- Les dimensions des sections de la coupe de la coquille d'un escargot marin représentent la progression géométrique et algébrique dite **suite de Fibonaci**, suite intimement liée au nombre d'or (départ avec 1, deuxième terme égal au nombre d'or 1,618 ...).



Supports Utilisés

- Le stuc se place sur les murs, au dessus des panneaux de céramique, car il est ainsi hors de portée des dégradations humaines. Constitué de plâtre et de poussière de marbre, le stuc est travaillé et sculpté après séchage, avant son durcissement.



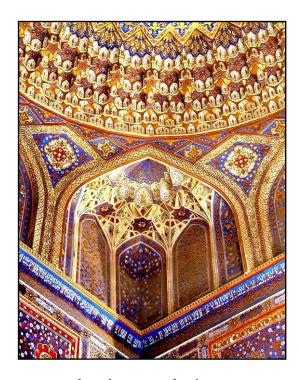


Porte de bois peint (zouak) au palais de la Bahia à Marrakech.

Décoration de gantch des trompes d'angle soutenant la coupole de la mosquée Tilla Kari du Registan de Samarcande.



- Le bois pour les portes, les fenêtres et les plafonds. S'il a été peint de couleurs multicolores, c'est le zouak.

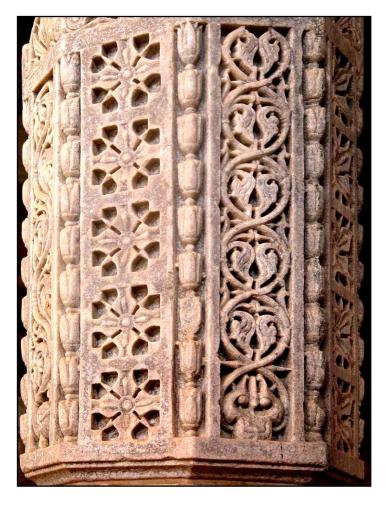


- Le gantch : papier mâché utilisé en Asie centrale comme support de peinture et placé comme enduit sur l'appareil de briques.

CONSTRUCTIONS

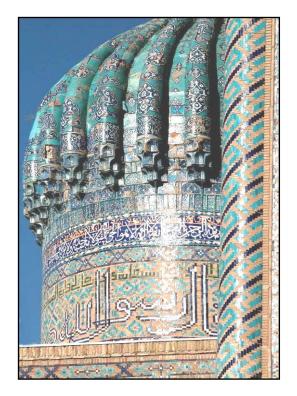
- Les **céramiques** émaillées forment des panneaux de zelliges ou de majoliques qui occupent les sols et le bas des murs, là ou l'usure est importante. Ces céramiques forment aussi des protections contre les intempéries.

Médersa Chir Dor au registan de Samarcande.

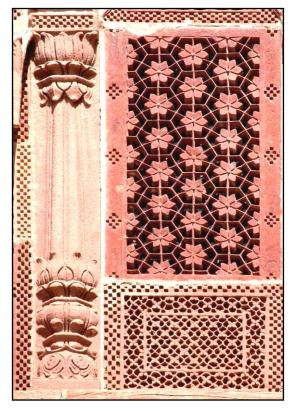


Fût de colonne en marbre rose décoré de motifs floraux du temple Jaïn de Ranakpur au Rajastan.

- Le **grès rouge** : très belle pierre utilisée pour la construction à la place du bois et pour la sculpture car il se travaille bien. Le grès rouge est très commun aux Indes.



- Le **marbre** est utilisé aux Indes pour son abondance et la facilité de sa sculpture.



Colonne de grés rouge et jalis du palais du Rao Jodha dans la forteresse du Mehrangarh à Jodhpur.

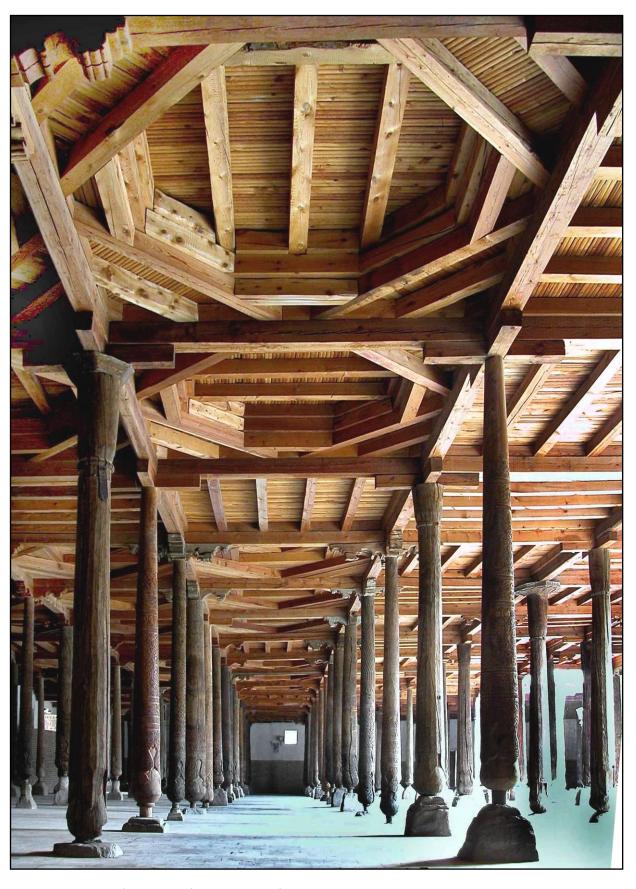


Travail du bois

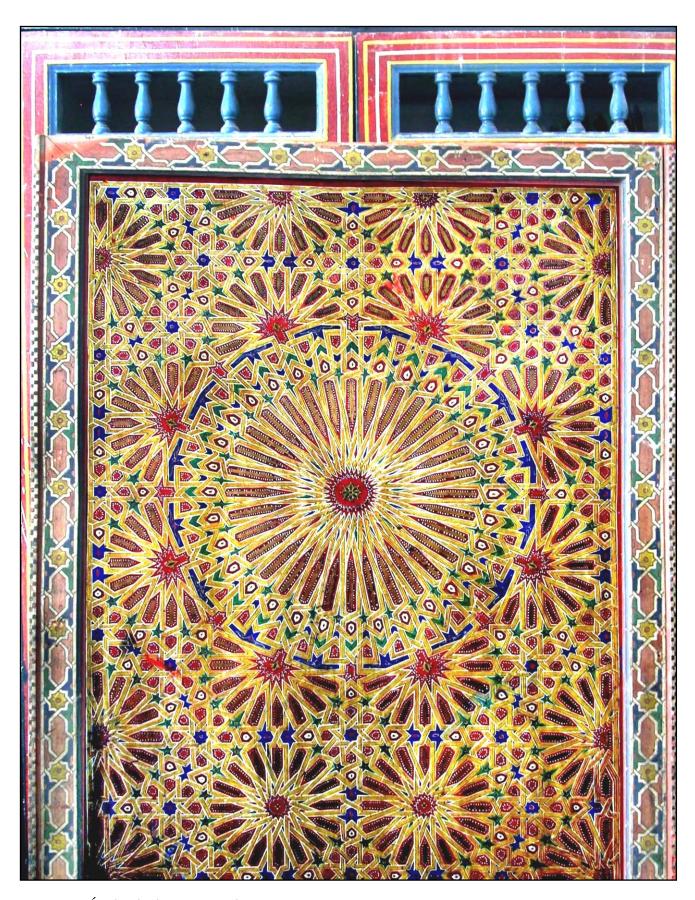




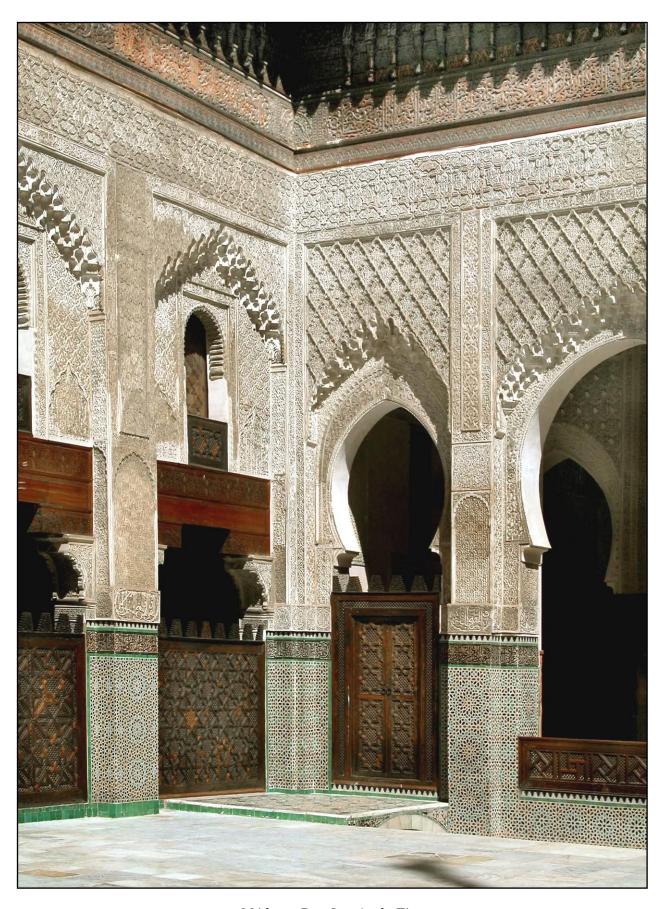
Moucharabieh de bois et panneaux de bois peints (zouak) du palais de la Bahia à Marrakech Motifs floraux sculptés sur une porte de la nécropole de Shah-I-Zinda à Samarcande.



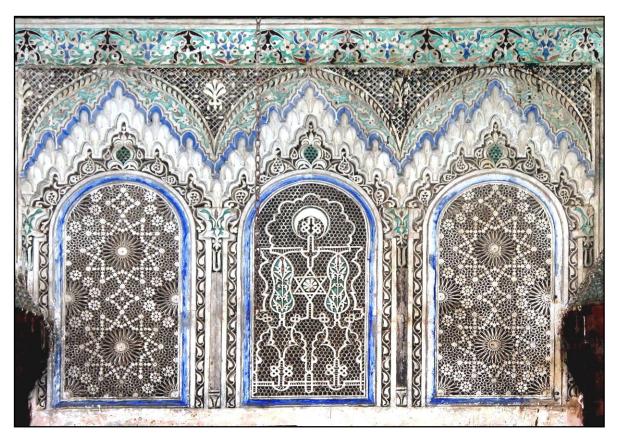
Architecture d'Asie Centrale : forêt de Colonnes sculptées soutenant le plafond de caissons de la mosquée de Khiva.



École de l'artisanat de Tétouan : étoile à vingt-quatre, sur un panneau de porte, entourée de deux rangées de satellites formées d'étoiles à seize.

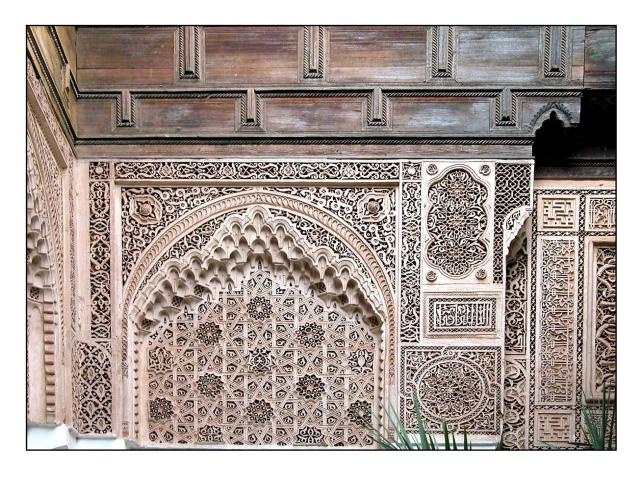


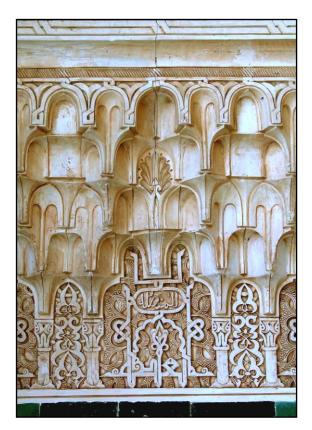
Médersa Bou Inania de Fès.

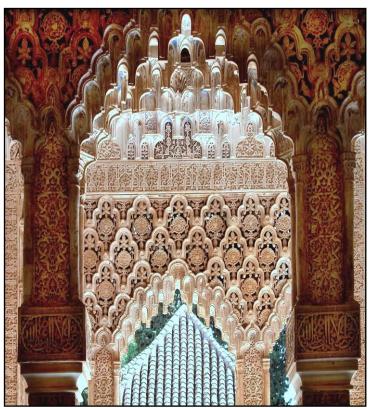


Chemmassiat à la médersa Bou-Inania à Fès.

Palais de la Bahia.

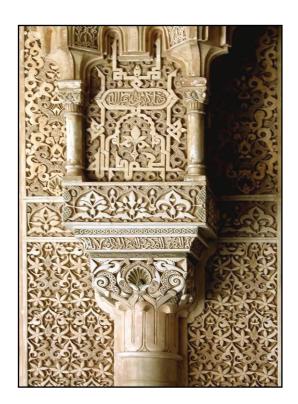


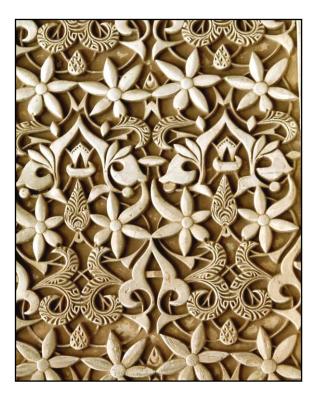




Alhambra: grande richesse des panneaux de stuc.







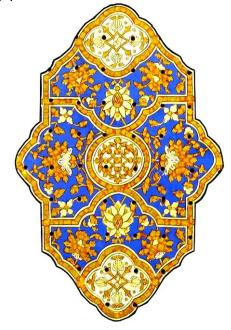
Alhambra : Chapiteau et détail du chapiteau de l'entrée de la cour des Lions.



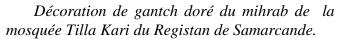
Etoile à huit formée par un ensemble de mouqarnas. Salle des Abencerages de l'Alhambra.

Le papier mâché

L'usage du papier mâché s'est développé en Transoxiane avant de parvenir jusqu'en Europe; le secret de fabrication fut emprunté aux prisonniers chinois lors de la bataille de Tallas en 751 qui opposa les troupes Chinoises aux troupes Arabes au bénéfice de ces dernières. À Samarcande, il était utilisé, en plus d'autres usages, comme support de la peinture sur les parois de briques : le gantch.





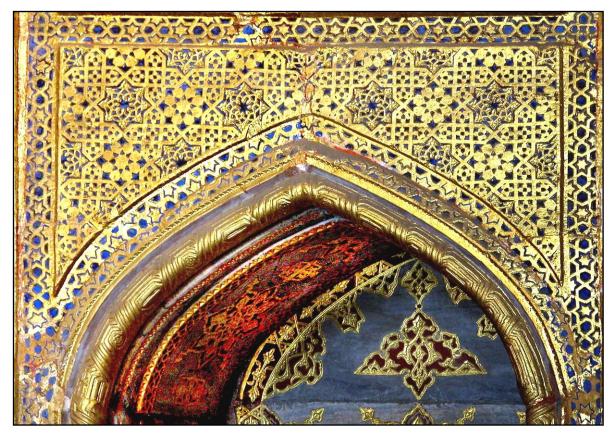




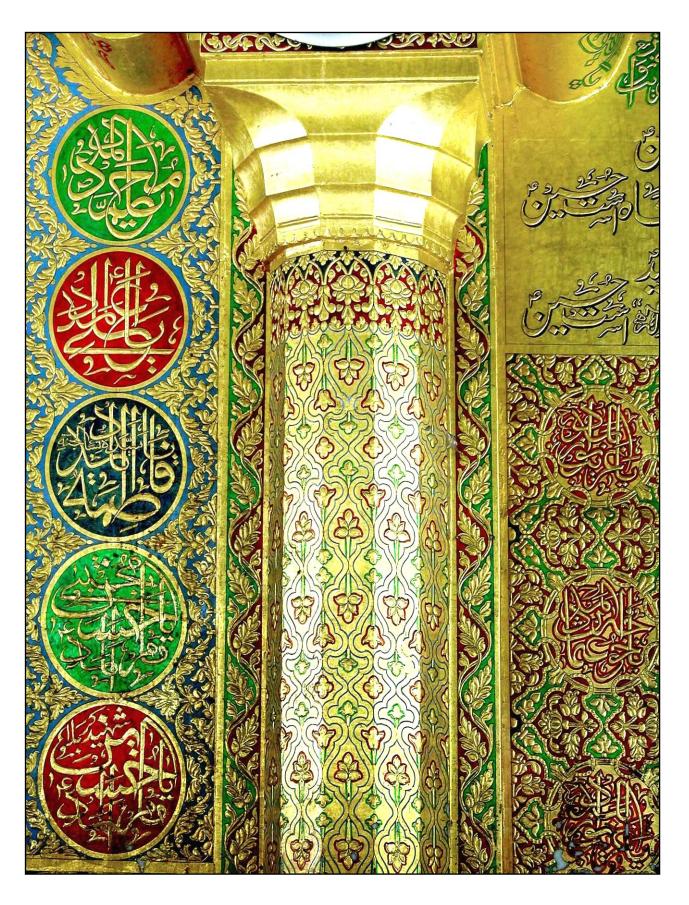
Peinture sur stuc du palais de la lune et des étoiles à Boukhara.



Peinture sur papier mâché au palais de la lune et des étoiles à Boukhara.



Gantch doré de la mosquée Tilla Kari.



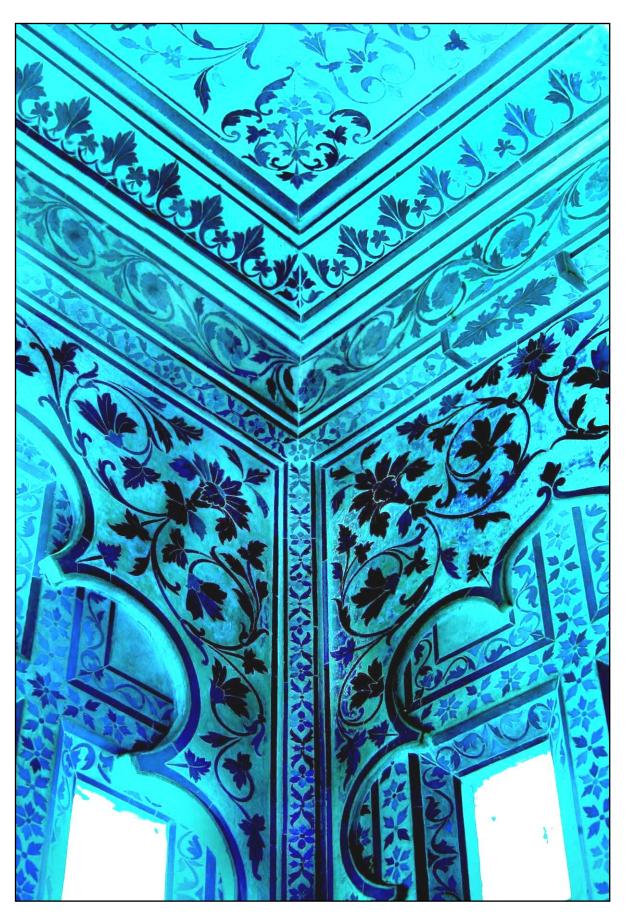
Dorures sur papier mâché au Dargah d'Ajmer à l'entrée du mausolée de Khaja-ud-Din Chishti.



Fausse coupole en gantch de la mosquée Tilla –Kari du Registan. C'est la taille des motifs diminuant vers le centre qui donne l'impression de relief alors que sa surface est plane.



L'intérieur du Gour Emir, tombeau de Tamerlan, est décoré de mouqarnas de gantch.

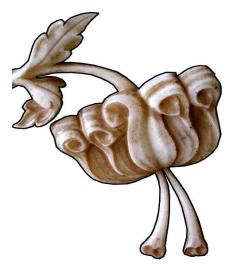


City Palace à Udaipur dans le Rajasthan : peinture sur papier mâché.





Travail du marbre





Panneaux de marbre sculpté.

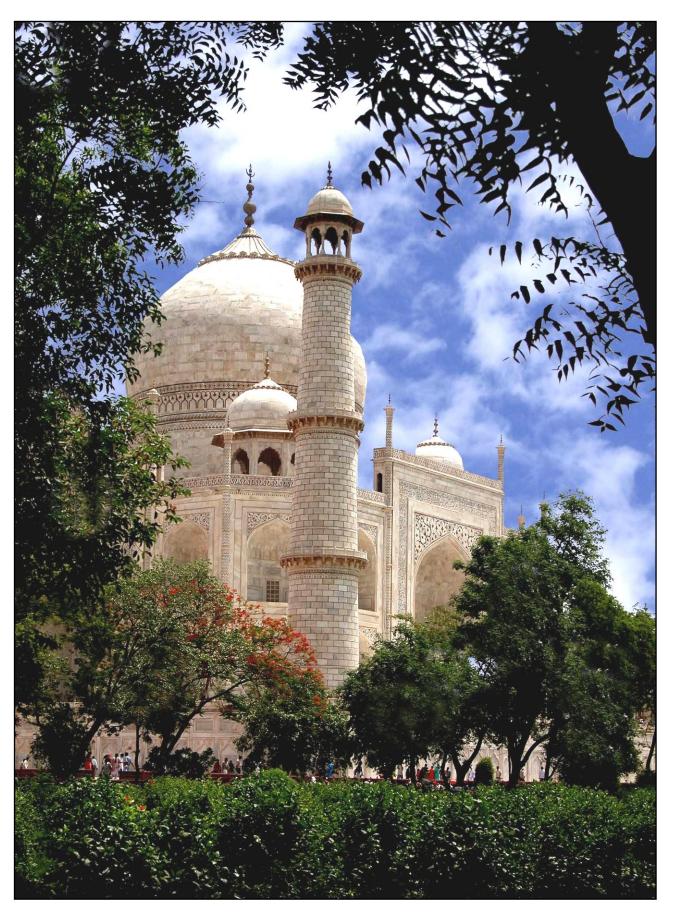
Aux Indes, le marbre a remplacé la brique cuite de tradition persane. Ce marbre, présent dans tous les monuments indiens, est toujours associé au grès rouge pour la confection soit de panneaux sculptés, soit d'incrustations. Ce sont des matériaux usuels, car omniprésents dans le sous-sol du Rajasthan et qui remplacent, dans la construction, le bois et la brique. La rareté du bois pour la cuisson des briques, l'absence de séismes majeurs assurant la pérennité des édifices et la facilité des travaux de taille ont favorisé l'utilisation de ces matériaux.



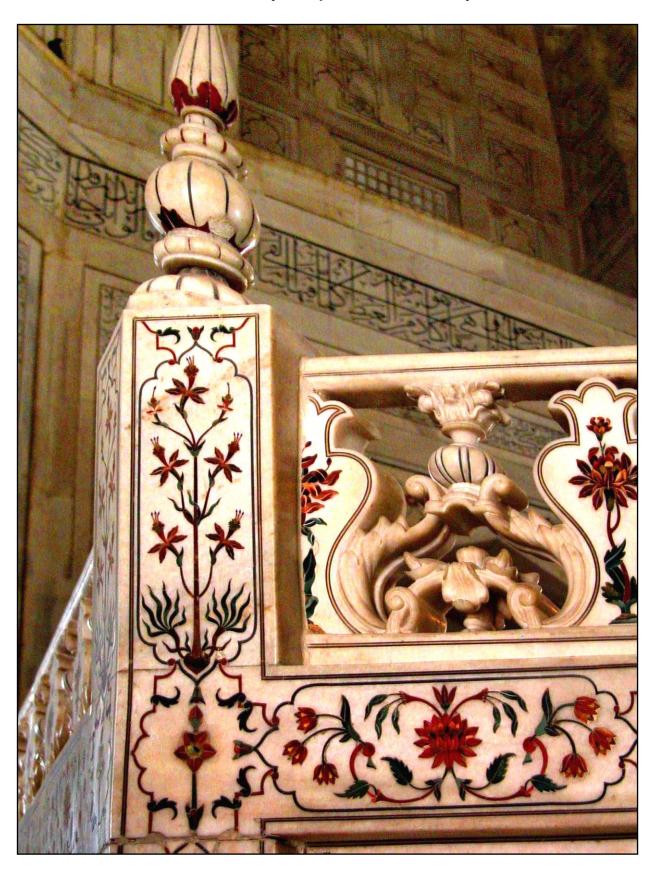
Panneau au Jasha Mandir du fort d'Amber de Jaipur.



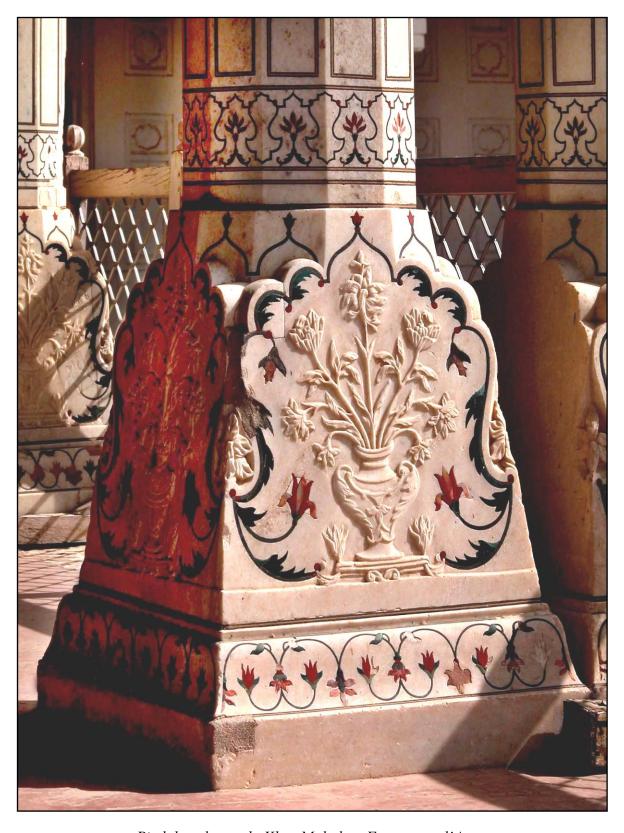
Frise extérieure du Taj Mahal en marbre rose et incrustée de pierres fines.



Le Taj Mahal construit dans un écrin de verdure est entièrement en marbre.



Détail des incrustations de la crypte du Taj Mahal.

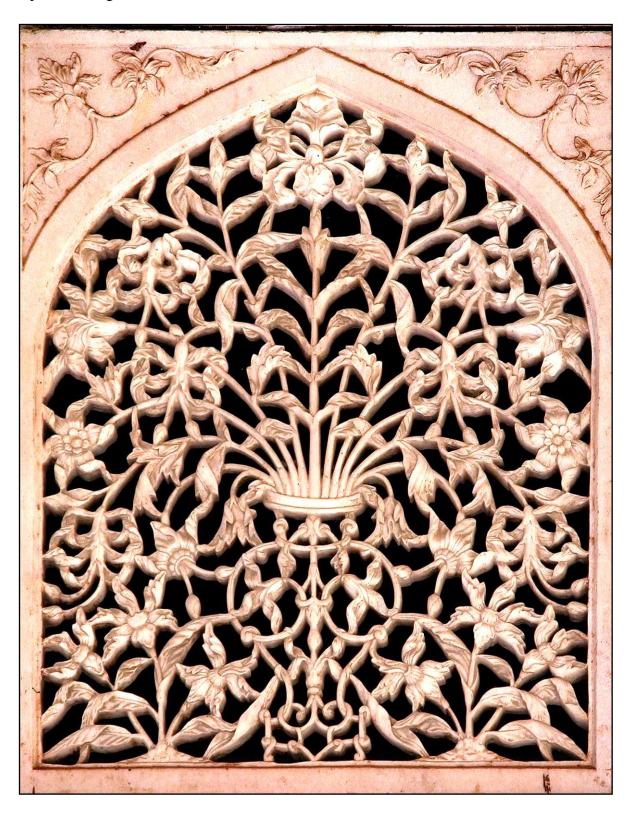


Pied de colonne du Khas Mahal au Fort rouge d'Agra.

Le fort d'Agra construit par Akbar et transformé par tous ses successeurs est *Rouge* car construit en Grès rouge. Il existe aussi un autre Fort rouge à Delhi construit par Shah Jahan et un autre à Lahore, au Pakistan, construit par Jahangir.

Les jalis :

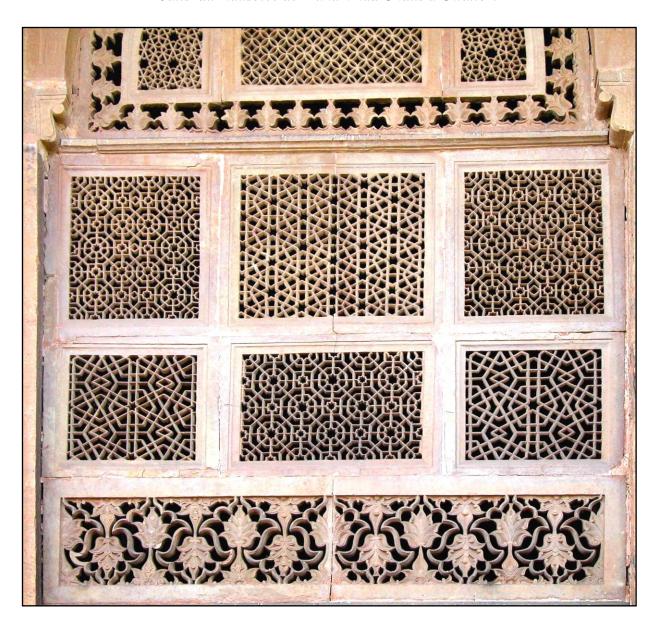
Les jalis sont des panneaux ajourés de marbre ou de grès rouge d'une seule pièce. Comme les moucharabiehs de bois, ils permettent de regarder sans être vu et d'aérer pendant les grandes chaleurs.

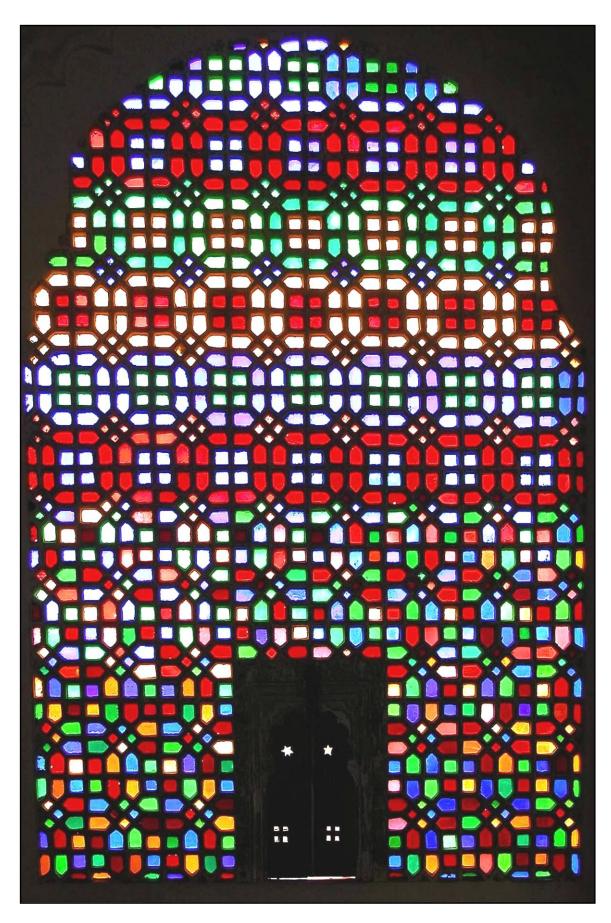


Jalis du Khas Mahal au Fort rouge d'Agra.



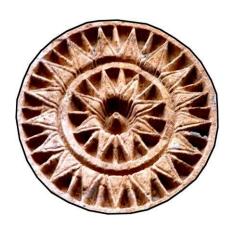
Jalis du mausolée de Muhammad Ghaus à Gwalior.







Travail Du Grès rouge



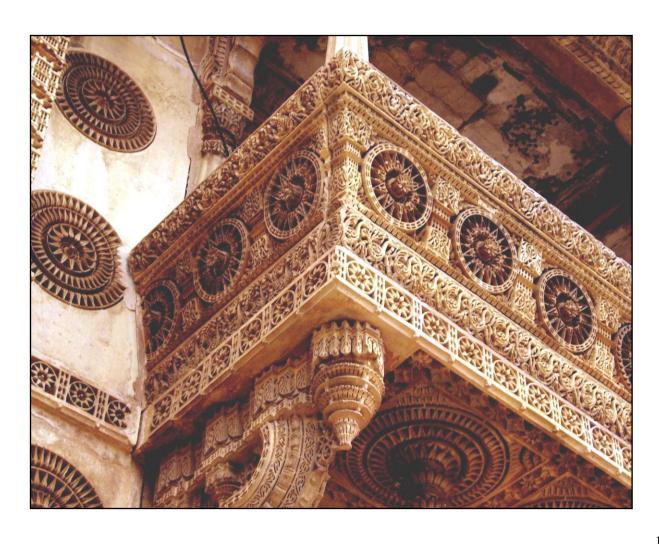
Le grès rouge est partout présent dans le Rajasthan ; les colonnes sculptées des temples, les linteaux, les plaques de plafond, les panneaux latéraux sont taillés dans cette pierre qui se travaille merveilleusement bien. C'est à Jaisalmer, gigantesque dentelle de pierre au milieu du désert, que l'on rencontre les plus belles réalisations.

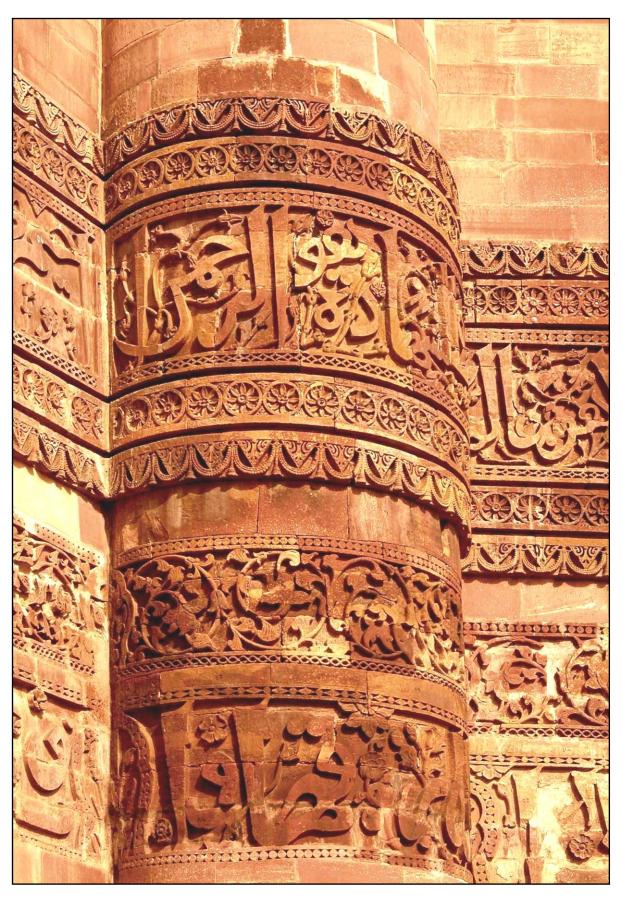


Travail de sculpture d'un balcon de Jaisalmer.

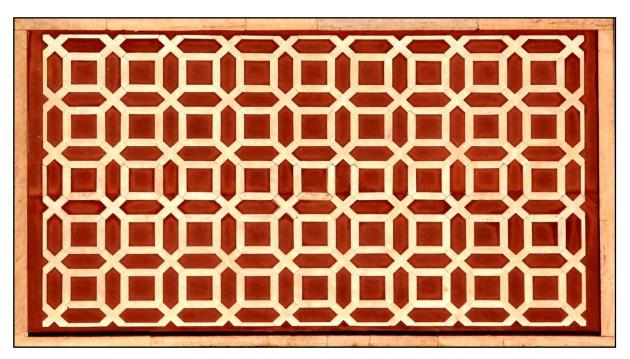


L'utilisation du grès rouge tendre, ici à Jaisalmer, permet de sculpter des jalis aux motifs très fins.

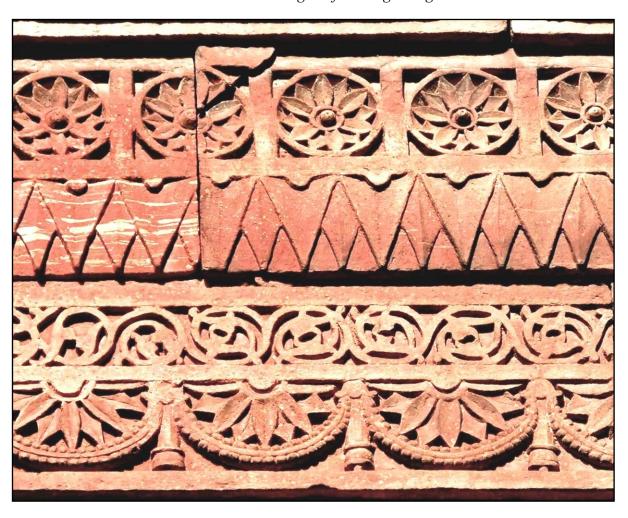




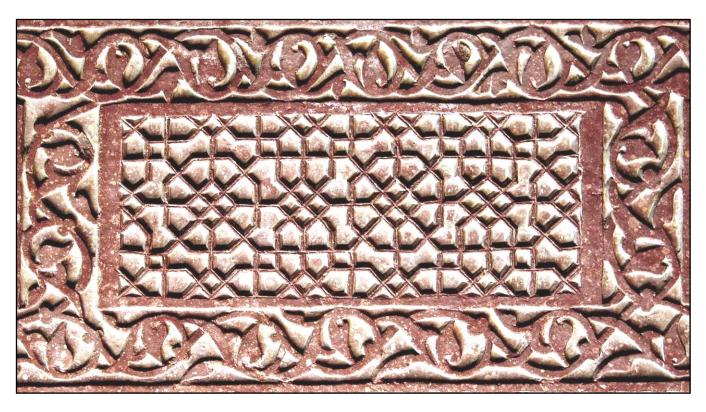
La partie basse du Qutb Minar à Delhi est construite en grès ; les trois étages supérieurs sont de marbre.



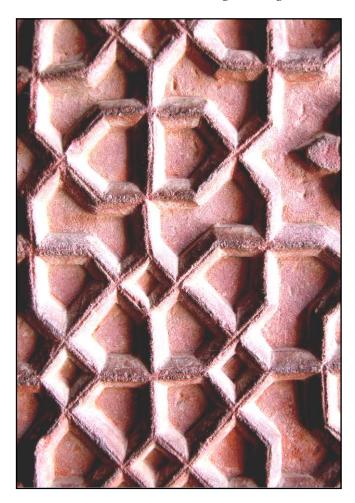
Incrustation de marbre dans le grès sur la façade extérieure du Palais de Jahangi au fort rouge d'Agra.

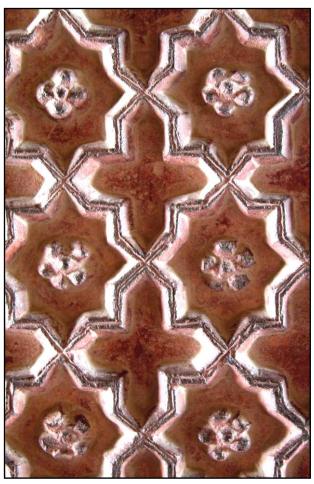


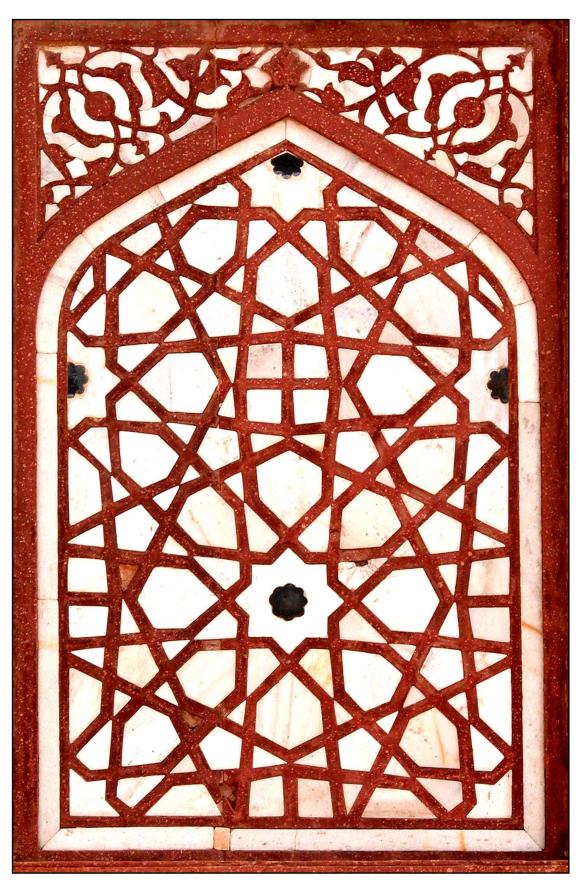
Frises de la mosquée Quwwat-ul-Islam au Qutb Minar à Delhi.



A Fatehpur Sikri, le palais de Birbal, ministre du grand Mogol Akbar est entièrement construit de grès rouge ciselé.







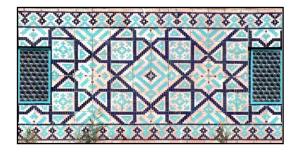
Motifs géométriques de marbre incrustés dans le grès du mausolée d'Akbar à Sikandra.

Travail De la Céramique :





Porte du palais Royal de Fès. Détail.



'echnique Bannaï; utilisation de kaschis.



Kaschis découpés à Malatya.



Technique mu'arrâk à Shah-I-Zinda.



Technique de la majolique à Iznik.



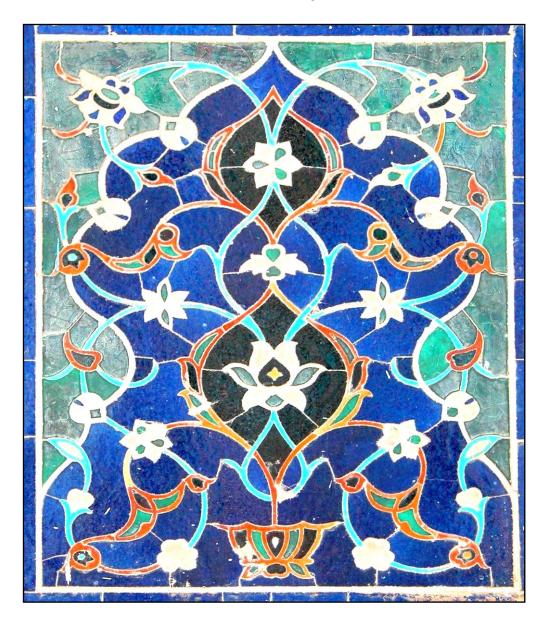
Venu de Chine, par la route commerciale de la soie, les nouvelles techniques de la céramique émaillée parviennent dès le VIIème siècle jusqu'en Transoxiane : une gestion plus pointue des hautes températures et une connaissance des oxydes métalliques ouvrent la voie à de nouveaux coloris.

Au gré des conquêtes, ces connaissances nigrent au XIème siècle vers le plateau iranien, alors us la coupe des Seldjoukides d'Iran. L'appareil de briques cuites, puis émaillées sur tranche se transforme : les briques émaillées sur une face sont disposées de façon à faire apparaître un dessin géométrique ou une écriture coufique : les giriks. Cette technique se développe dès le XIème siècle en Bactriane, Transoxiane et Khârezm sur les édifices religieux : c'est la technique bannaï fabriquée avec Kaschis. Bannaï signifie « dessin nstructeur ». Ces briques vernissées sur une seule Luce étaient fabriquées originellement à Kachan, en Perse.

Avec la découverte de nouveaux oxydes, les palettes de couleur évoluent et, avec une maitrise plus pointue des hautes températures de cuisson, les kaschis s'amincissent permettant la découpe des carreaux pour former des compositions appelées zelliges au Maghreb, alicatados en Espagne; en Asie Centrale cette technique a gardé son nom d'origine : le style mu'arrâk.

Cependant, la température de fonte des émaux n'étant pas la même selon la couleur utilisée, il était impossible de cuire plusieurs couleurs sur le même biscuit. L'adjonction et le dosage dans les émaux de **fondants** permirent une unification de leur température de fusion et facilitèrent l'émaillage des différentes couleurs en une seule cuisson.

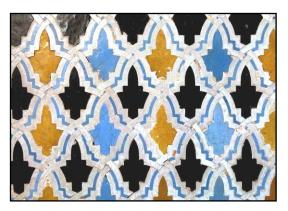
C'est ainsi que se développe, au XVIème et XVIIème siècle, à Ispahan, sous la dynastie Safavide, la technique de la cuerda seca. Ce procédé émigre ; tout le monde musulman jusqu'en Espagne du par la route du pèlerinage à La Mecque. L'utilisation de carreaux biscuits, dont les différentes teintes d'émail sont séparées par un trait appelé « corde sèche», permet un recouvrement « à la poire » plus rapide et une mono cuisson polychrome. Shah Abbas pressé d'arriver au terme de ses constructions à Ispahan accéléra ses travaux en délaissant la technique mu'arrâk au bénéfice de celle de la cuerda seca (technique haft rang en persan).



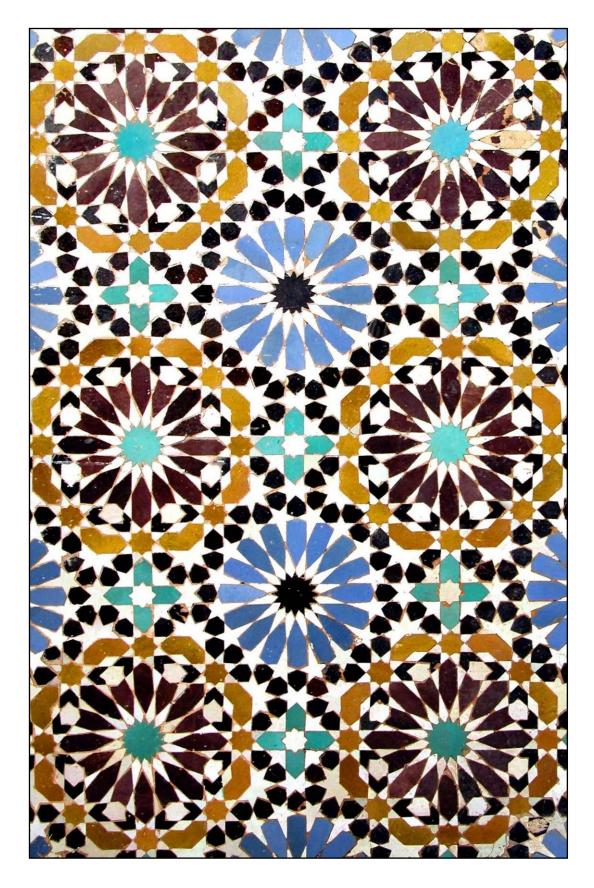
Style **mu'arrâk** à Shah-I-Zinda : arbre de vie prenant naissance dans un canope.



Zellige de sol du palais de Topkapi. Chaque pièce est taillée dans du marbre.

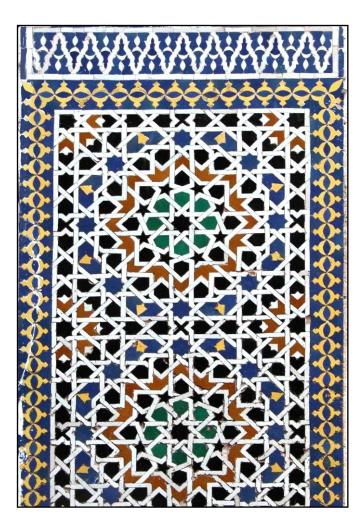


Médersa Bou-Inania : type de motif « épaule et marche »



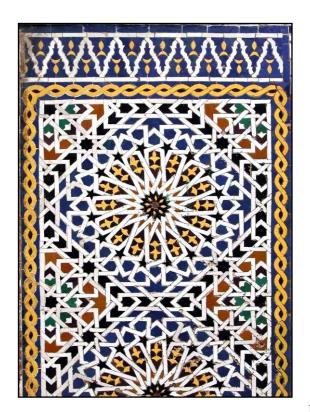
Système modulaire convergent : composition d'étoiles à douze aux tombeaux Saadiens à Marrakech.

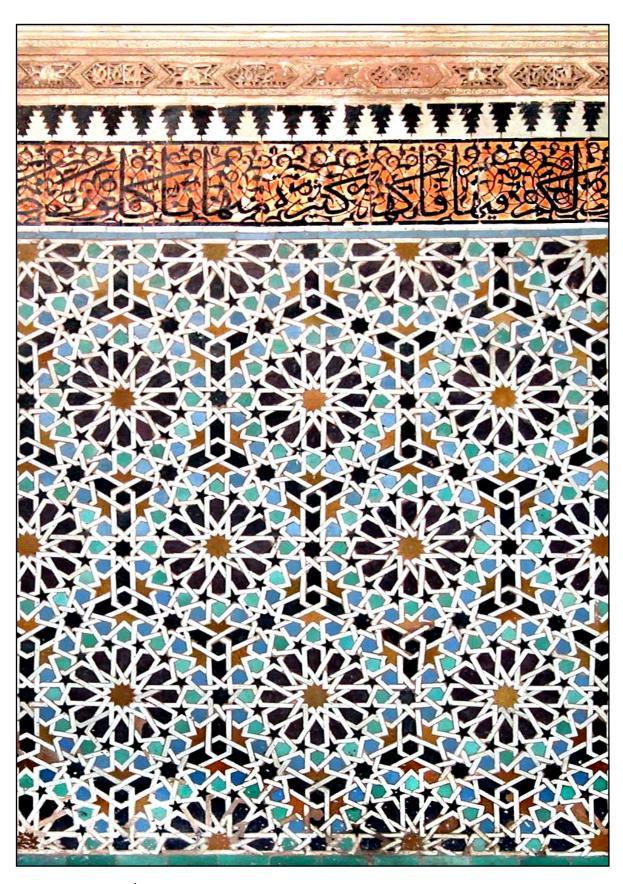




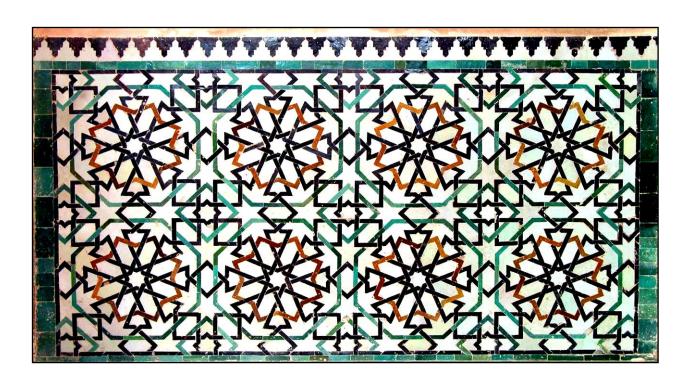
Systèmes modulaires convergents : étoiles à huit et à seize dans la médina de Fès







Étoiles à douze dans un système convergent hexagonal : zelliges de la médersa Attarine de Fès.



Entrelacs colorés de la médersa Bou-Inania à Fès.



Le mausolée d'Afzal Khan, ministre de Shah Jahan, connu sous le nom de Chini-ki-Rauza, est le seul mausolée d'inspiration persane des Indes. Ses quatre façades sont ornées de Kachis découpés malheureusement très abîmés ; ils sont en cours de restauration.

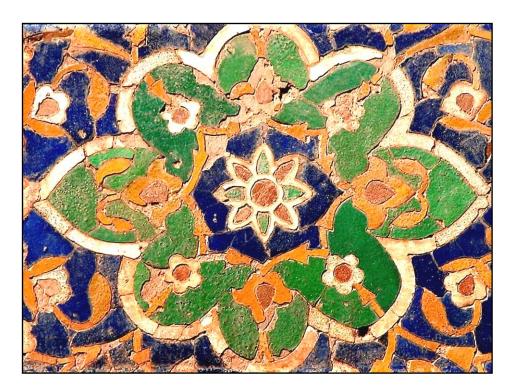


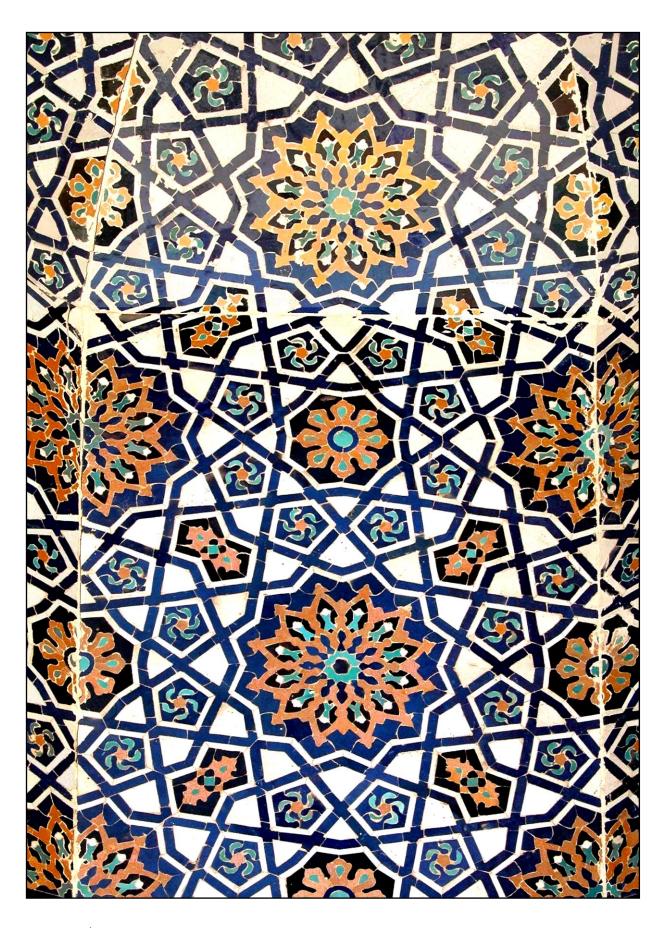
Style mu'arrâk: panneaux de kaschis découpés du XVème à Shah-I-Zinda.





Zelliges de style timouride à l'entrée du fort d'Agra. Un des rares exemples visible aux Indes.





Étoiles à douze dans une niche du pistach de la mosquée Kalon à Boukhara.

Les majoliques :



Ensemble convergent persan formé par des pentagones convexes et composant un système d'étoiles à douze à la mosquée Bibi Kanun. Ces carreaux de majoliques sont découpés et incrustés dans le marbre.

Pour les majoliques l'émaillage s'effectue *au pinceau* par des couches d'émail successives sur l'engobe stannifère du biscuit. Cet engobe stannifère a pour but de rendre le biscuit blanc et moins hydrophile ce qui permet de déposer plusieurs couches d'émail (aquarelle); l'ensemble est recouvert d'une glaçure avant cuisson. Les plus anciennes se trouvent à Shah-I-Zinda, à Samarcande, les plus célèbres sont les majoliques ottomanes d'**Iznik** et, plus tardives, celles de **Khiva** en Asie Centrale.



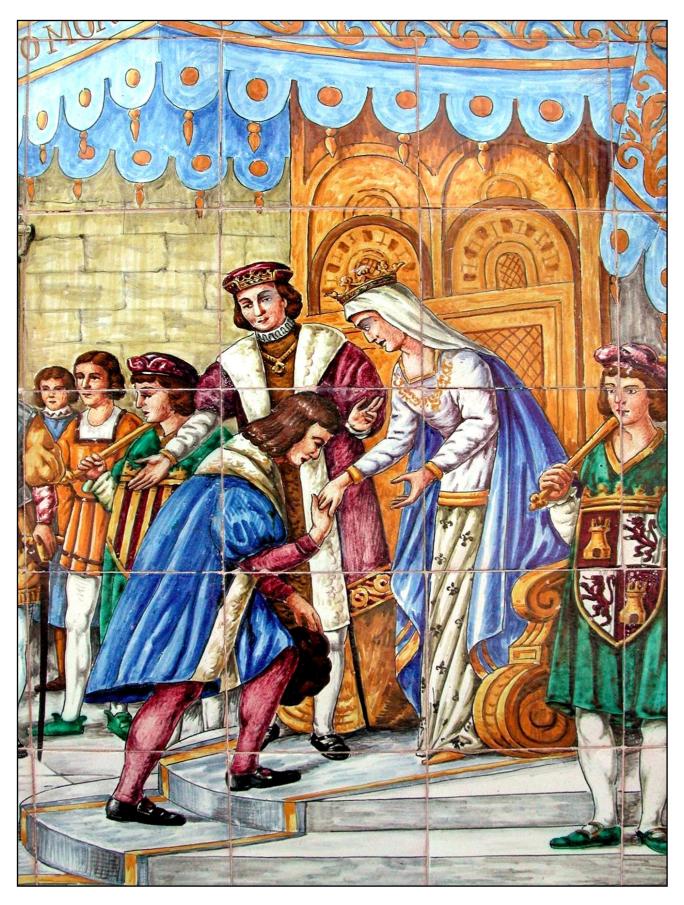




Détail de majoliques : au dessus, d'Iznik ; au dessous de Khiva, de Samarcande et de Khiva.



Majoliques du mausolée de Sayyid Alla Uddin à Khiva, cuites par le céramiste Amir Kulal de Boukhara.

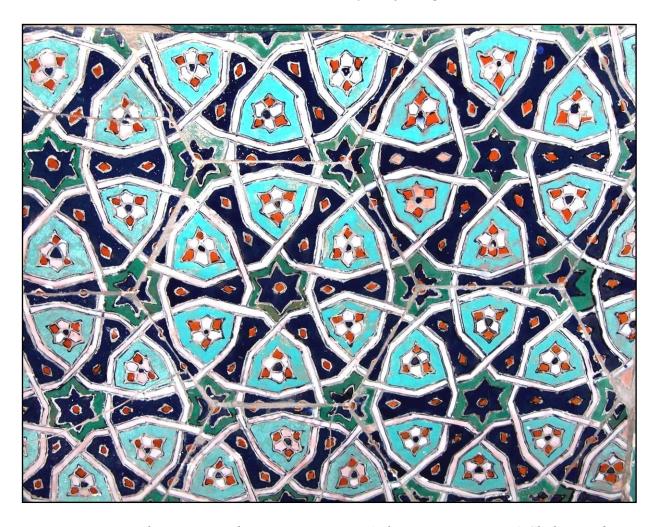


Les azulejos d'Espagne sont des majoliques : Plazza España à Séville.

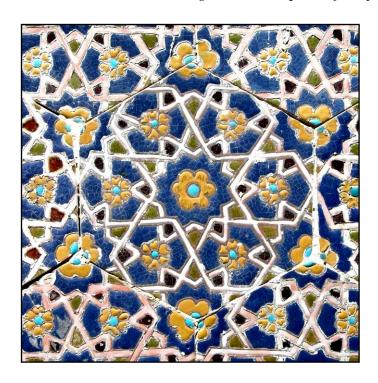


Céramique d'Iznik : séries de vases.

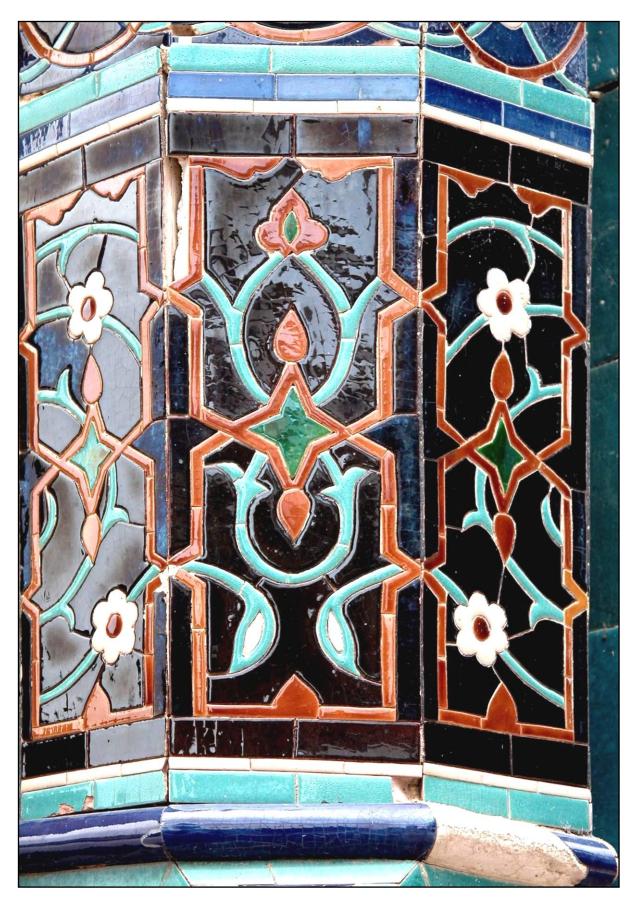




Les carreaux hexagonaux identiques et juxtaposés forment ce panneau à Shah-I-Zinda.



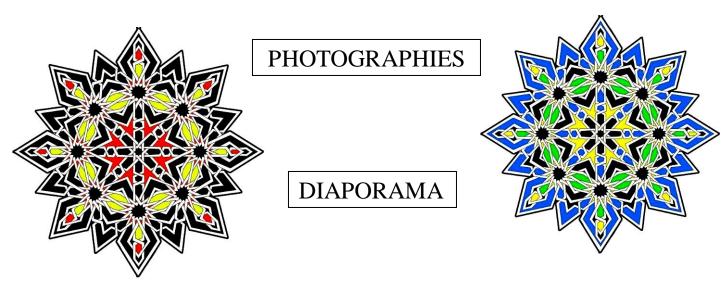




Support de colonne exécuté à la corde sèche à Shah-I-Zinda.



Mosquée Tilla Kari du Registan de Samarcande : fût de colonne exécuté à la corde sèche.

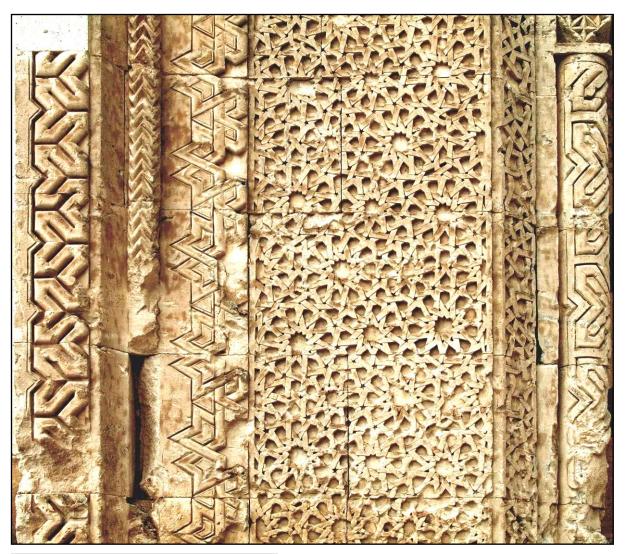


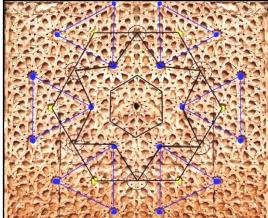
Constructions de nouvelles structures :



EXEMPLE: structures convergentes des Seldjoukides.

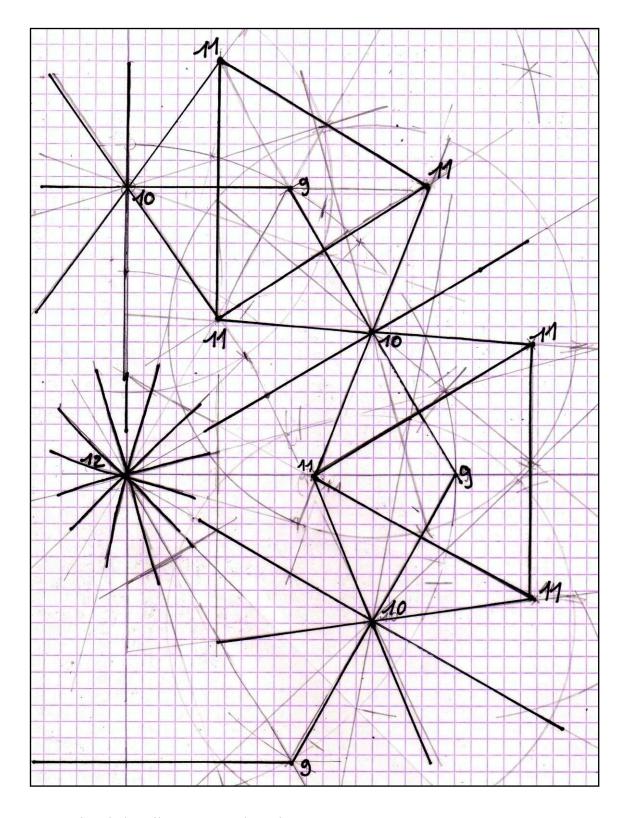
Lors de leur conquête de l'Anatolie qui débuta par la prise de l'Arménie au milieu du XIème siècle, les turcs Seldjoukides, venus de Perse, assimilèrent et développèrent toutes les structures géométriques étoilées empruntées aux Arméniens ; c'est ainsi que les caravansérails, les mosquées et les monuments Seldjoukides se couvrirent d'arabesques géométriques étoilées sculptées dans le grès, la céramique émaillée pariétale commençant à faire sa timide apparition.





Structure convergente étoilée du portail du caravansérail de Sultanhani en Cappadoce.

L'ensemble convergent évolue autour d'une étoile à 12 centrale. Ce sont les intersections des axes de symétrie des six satellites de l'étoile à 10 qui déterminent le centre des étoiles à 11 et à 9.

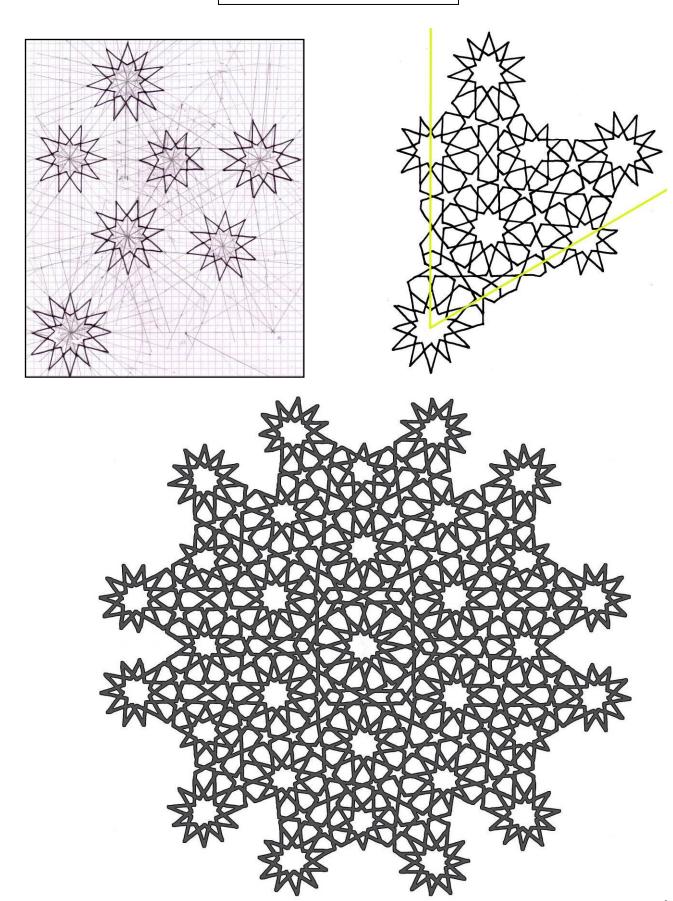


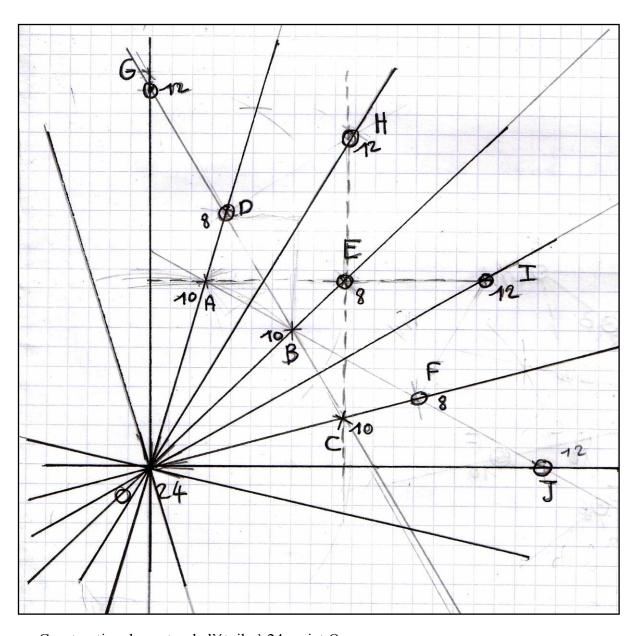
Construction de l'étoile à 12 centrale et de ses axes de symétrie décalés de 15° par rapport à la verticale.

Sur une bissectrice sur deux de ces axes de symétrie, construire les étoiles à 10 équidistantes du centre. Construire leurs 5 axes de symétrie convergents.

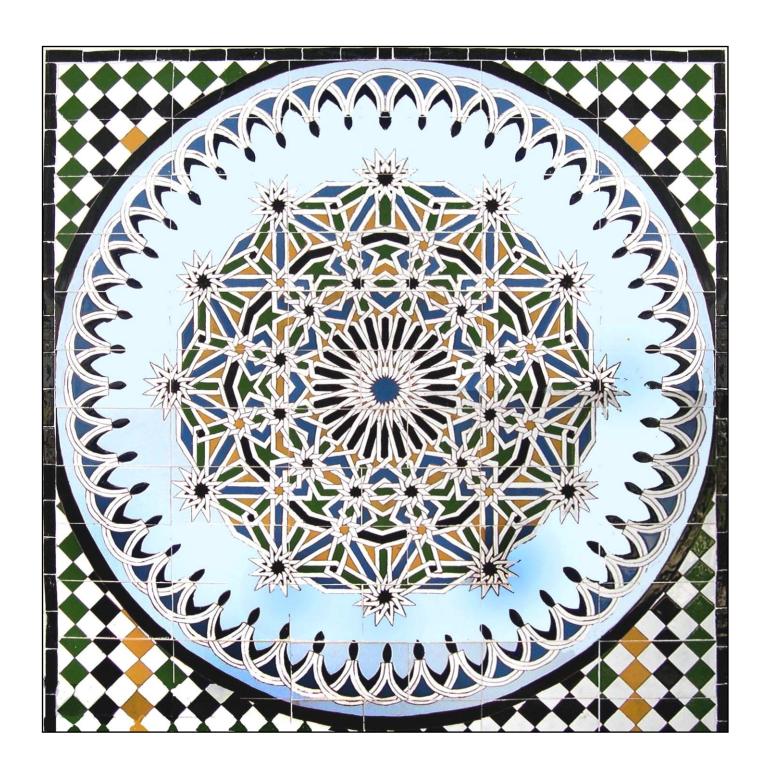
Choisir le centre des étoiles à 9 et à 11 aux intersections de ces axes.

CONSTRUCTIONS



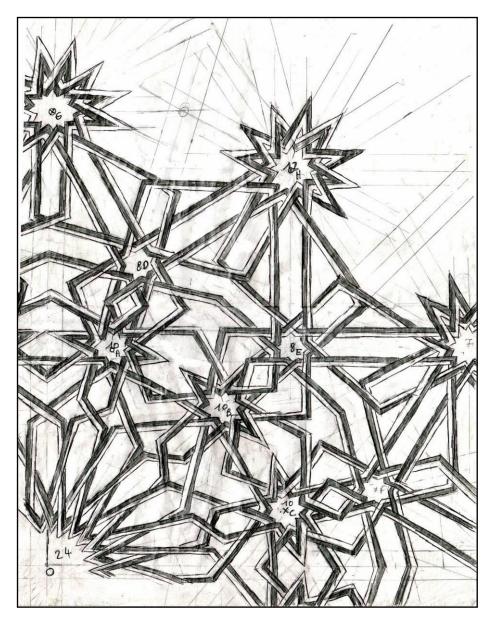


- Construction du centre de l'étoile à 24, point O.
- Construction des axes de symétrie de l'étoile à 24.
- Choix de l'emplacement du centre des étoiles à 8 (points D, E, F), ainsi que de leur emplacement sur les branches choisies : dans notre cas, une branche sur deux. OD=OE=OF
- Construction des axes de symétrie des étoiles à huit qui déterminent par intersection avec les axes de symétrie de l'étoile à 24 le centre des étoiles à 10 et douze (points A, H, C, I).
- Détermination du centre des étoiles à douze situé sur la périphérie (point G, H, I et J. Vérifier que OG = OH = OI=OJ) et des étoiles à 10 ; vérifier que OA=OB=OC.
- Construction des axes de symétrie des étoiles à douze et à dix.
- La suite de la construction selon la manière habituelle : c'est l'équilibre des surfaces des étoiles avec leurs pétales qui détermine la largeur de la bande.



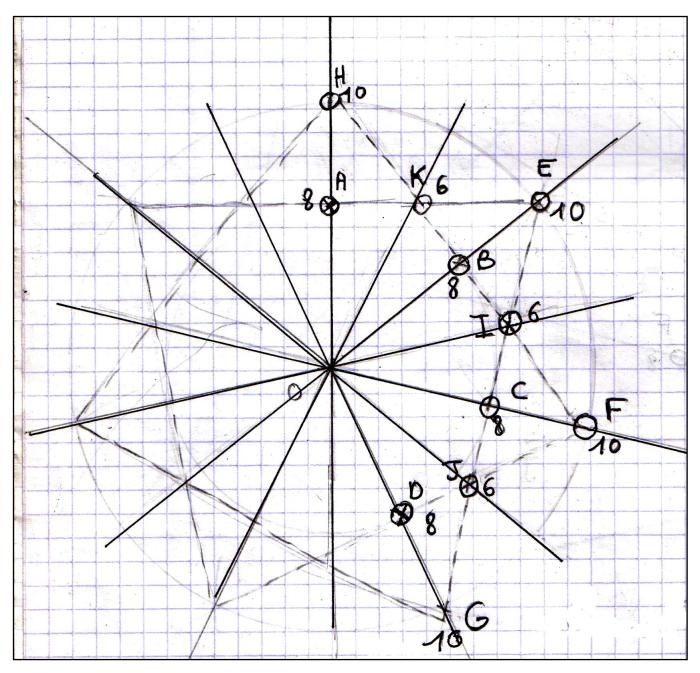
Fontaine du Riad Loulou.

Les gabarits sont dessinés grandeur nature sur de la cartoline ; les parties hors entrelacs sont ensuite percées de façon à pouvoir reporter le motif sur son support. Un quart du motif est dessiné car l'ensemble se construit par une suite de retournements. Des biscuits de 9 X 18 ont été utilisés pour cette réalisation.

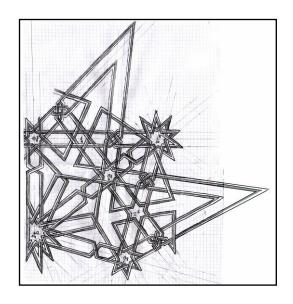


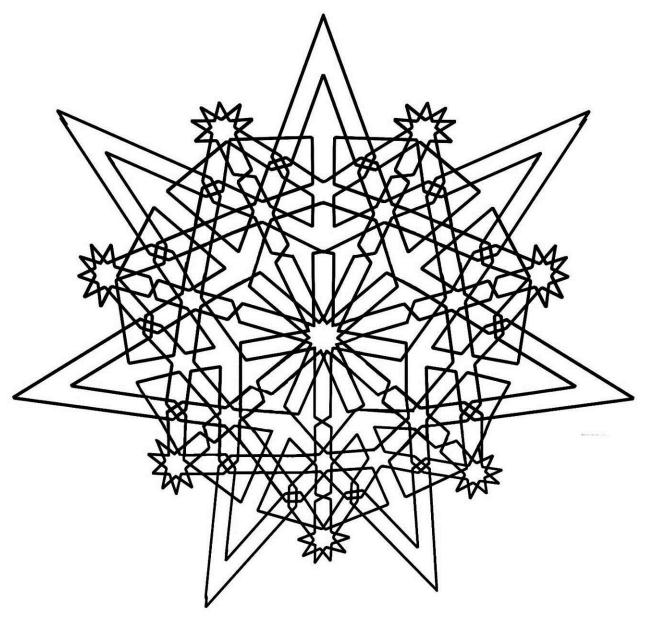


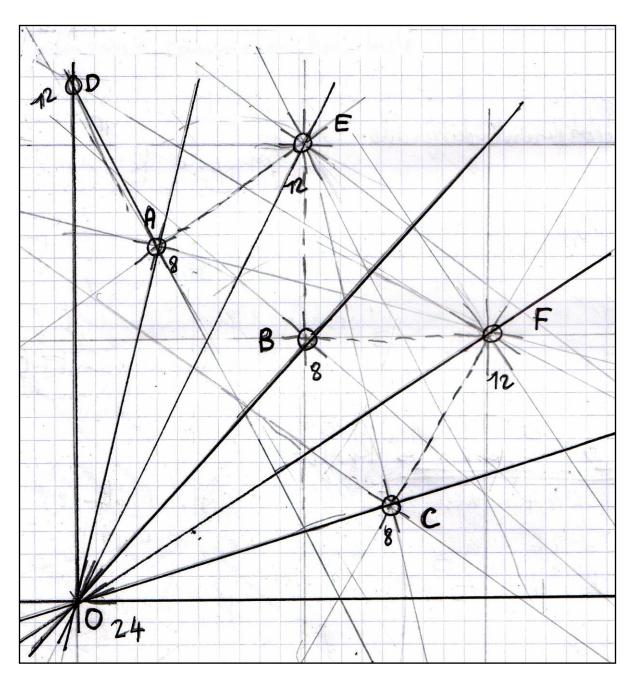




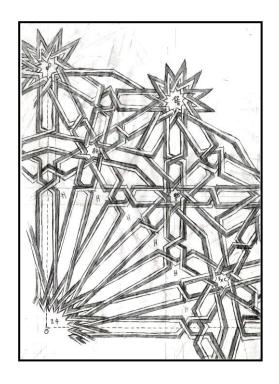
- Construction du centre O de l'étoile à 14
- Construction des axes de symétrie de cette même étoile.
- Choix de la position du centre des étoiles à 10 ; point H, E, F et G. Ces centres sont placés alternativement un rayon sur deux tels que. OH = OE = OF = OG.
- Tracé des alignements HF et EG et détermination des points K, B, I, C, J et par extension des points A et D. Le centre de toutes les étoiles est ainsi positionné.
- Détermination de la largeur de bande de façon à ce que les pièces soient équilibrées, en particulier les rayons de l'étoile à 8.
- Suite de la construction de la manière habituelle.

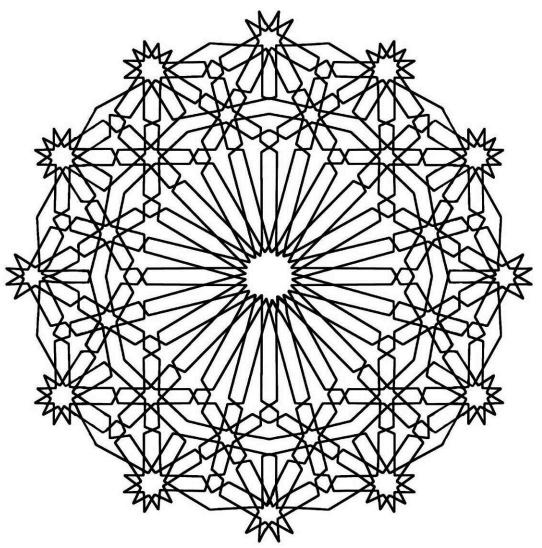




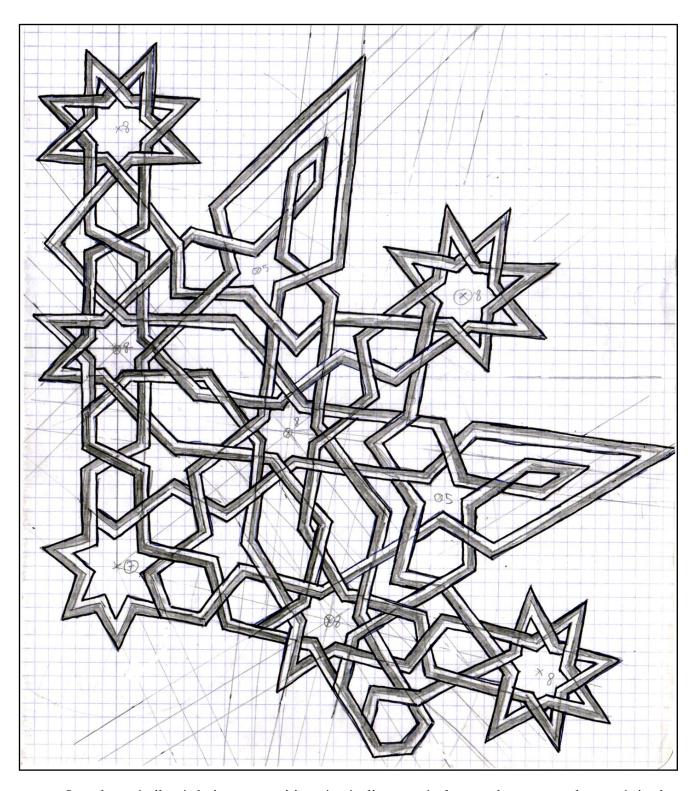


- Construction du centre O de l'étoile à 24
- Construction des axes de symétrie de cette même étoile.
- Choisir l'emplacement du centre des étoiles à 8 tel que OA = OB = OC. Ils sont positionnés un axe sur deux.
- Construction des axes de symétrie des étoiles à 8 convergentes sur O.
- L'intersection de certains axes de symétrie donne les positions des centres des étoiles à 12: points D, E et F. Vérifier que OD = OE = OF.
- Construction des axes de symétrie de l'étoile à 12.
- Détermination de la largeur de bande de façon à ce que les surfaces des pièces soient équilibrées (se baser sur l'étoile à huit).
- La suite se construit de la manière habituelle.

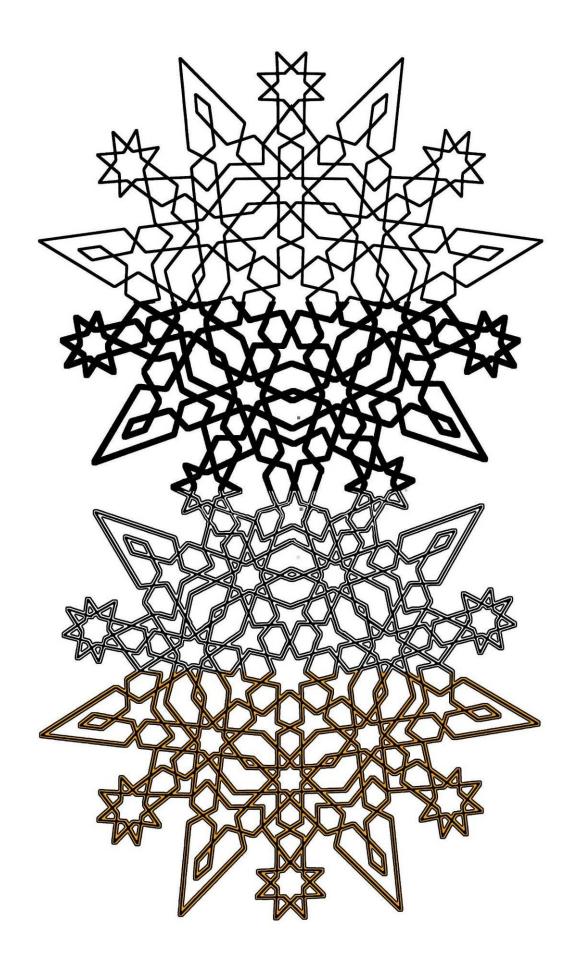


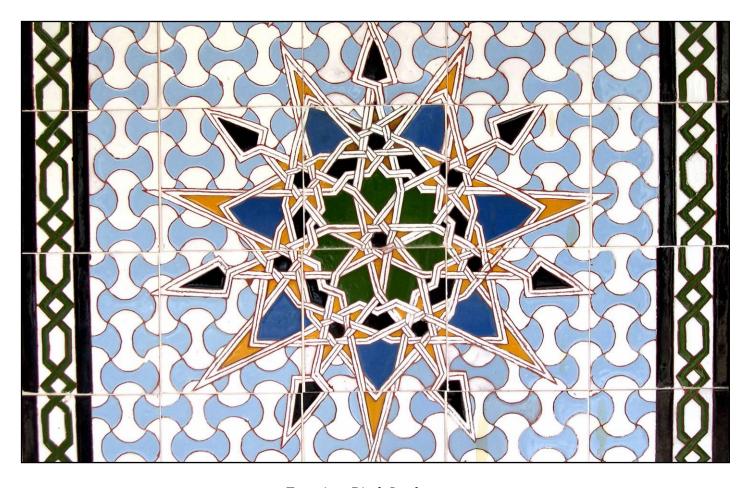


EXEMPLE 4: étoile à 7 avec des étoiles à 8, 5 et 8.

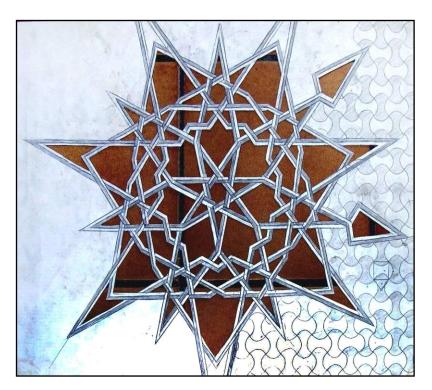


- Les deux étoiles à huit sont positionnées à distance égale sur chaque axe de symétrie de l'étoile à 7.
- La largeur de la bande est telle que la surface des étoiles à huit et de leurs rayons soit équilibrée.





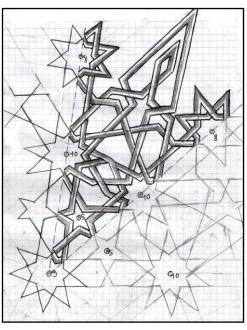
Fontaine. Riad Loulou.



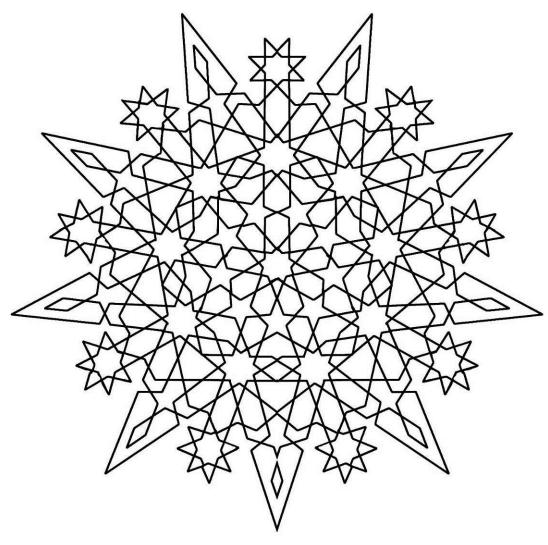
Sur cette composition de symétrie d'ordre sept, visible au riad Loulou, les bandes n'ont pas été tracées.

C'est seulement le cheminement fermé du trait qui crée les surfaces : un exemple de corde sèche sur biscuit 20 X 20 avec pour fond un motif classique censé symboliser les vagues de la mer.

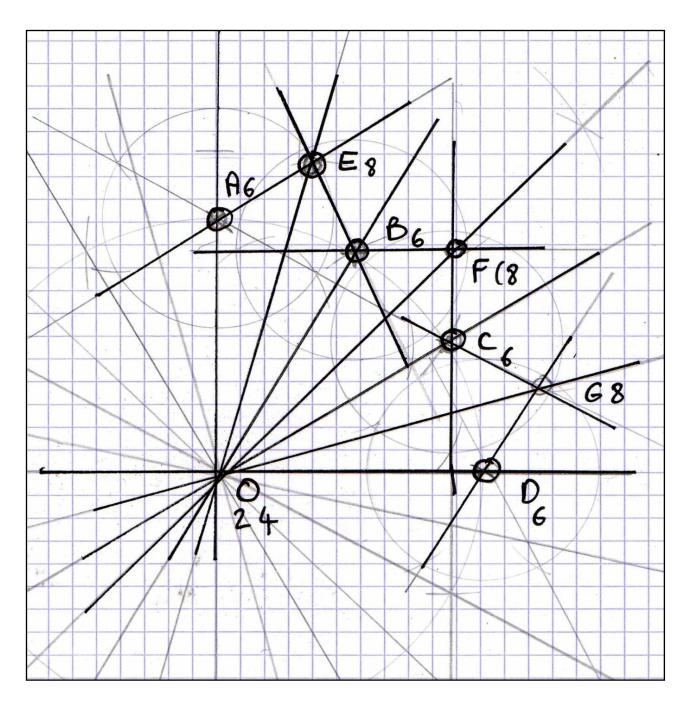
EXEMPLE: étoile à 9 avec pour satellites des étoiles 10 et 8.



- On construit $1\ /\ 9$ du motif et le reste par retournements successifs.
- L'intersection des axes de symétrie des étoiles à dix donne la position du centre des étoiles extérieures.
- L'étoile à huit peut être remplacée par n'importe quelle autre étoile.
- la largeur de bande est choisie de telle manière que les pentagones de l'étoile à 9 soient réguliers.

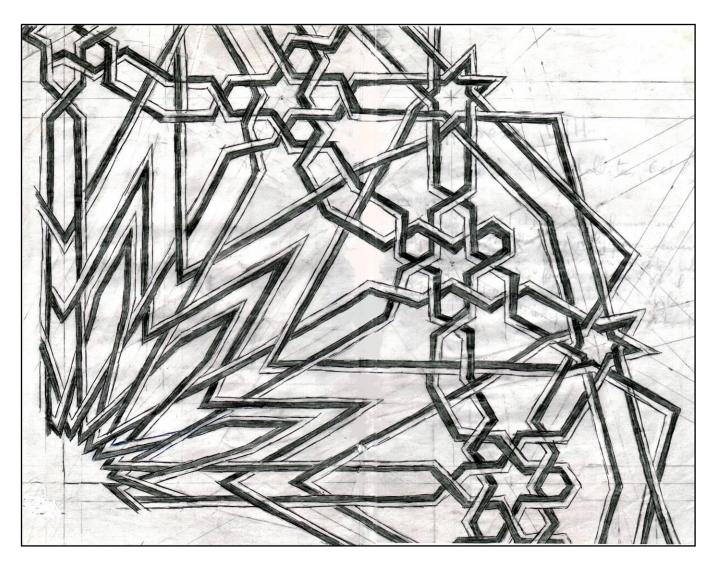


EXEMPLE: étoile à 24 avec satellites à 6 et 8.



L'ensemble forme un polygone à 12 cotés ; ces polygones peuvent paver tout le plan en se tenant par un côté ; ils libèreront ainsi une feuille de nacre qu'il suffit de greffer avec des entrelacs. Pour dessiner ce motif :

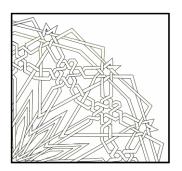
- Construction des axes de symétrie de l'étoile à 24.
- Le centre des étoiles à 6 est placé alternativement une branche sur deux tel que OA = OB = OC = OD
 - C'est aux intersections remarquables des axes de symétrie de ces étoiles à 6 que se placent les points E, F et G, chacun centre d'une étoile à 8.

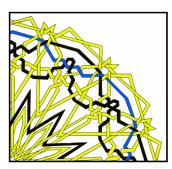


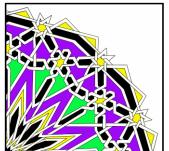
Le dessin ci-dessus, tracé à la main; a été doublé par rotation pour obtenir 1 / 4 du motif.

Dans les exemples ci-dessous :

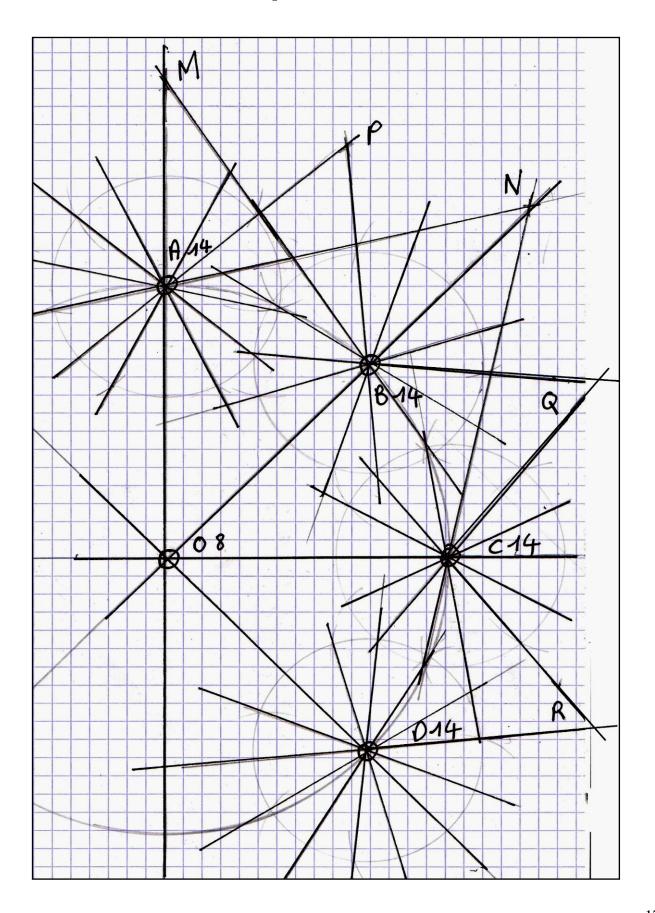
- Le premier est construit à l'ordinateur à partir du dessin en liant les points remarquables. Cela permet d'avoir un dessin propre prêt à accepter des couleurs.
- Dans le deuxième, les entrelacs ont été colorés.
- Dans le troisième et le quatrième ce sont les zones situées entre les entrelacs.

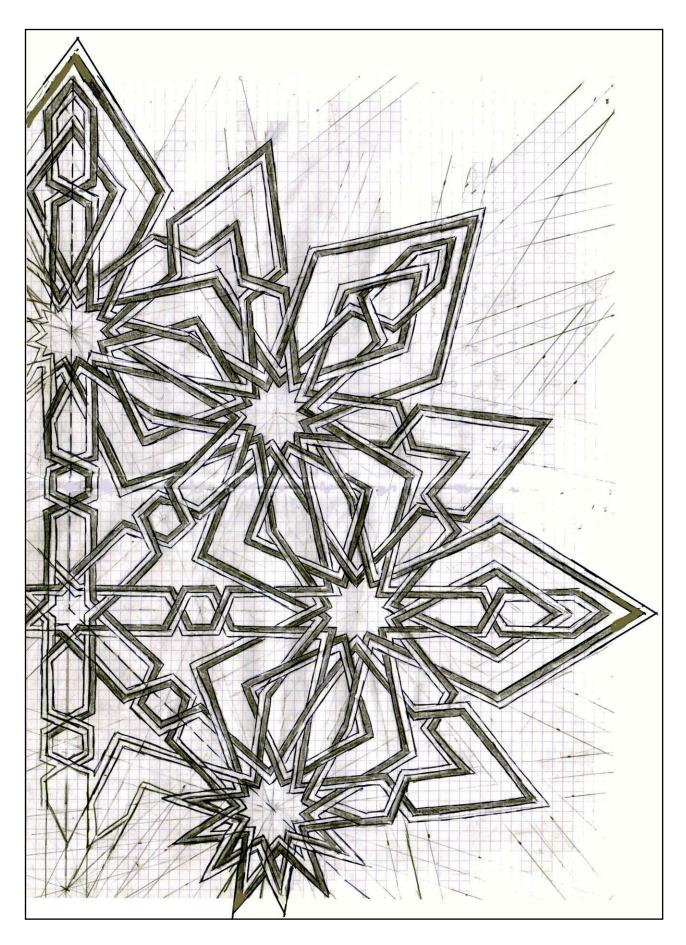


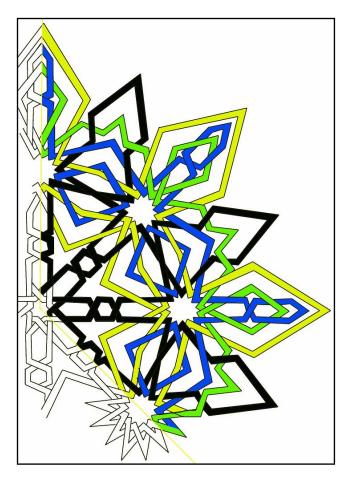


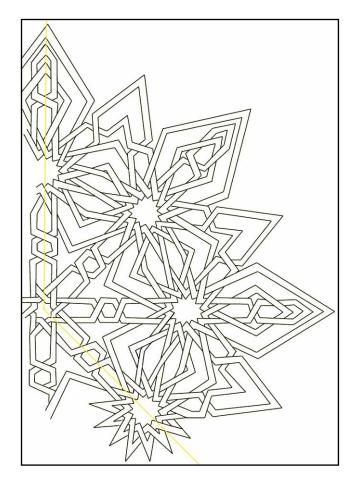


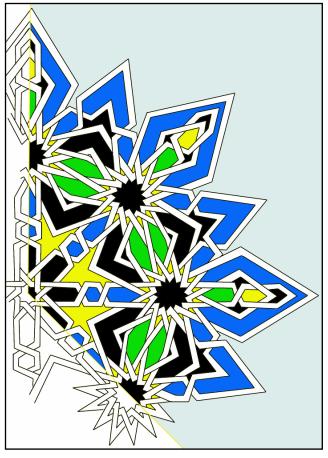


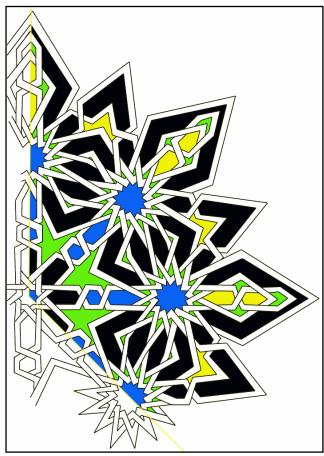


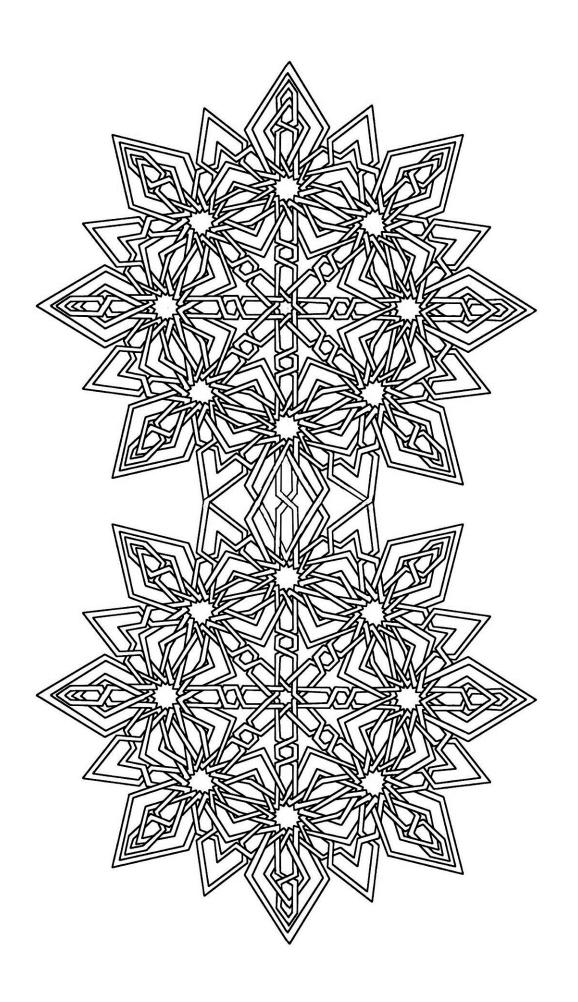


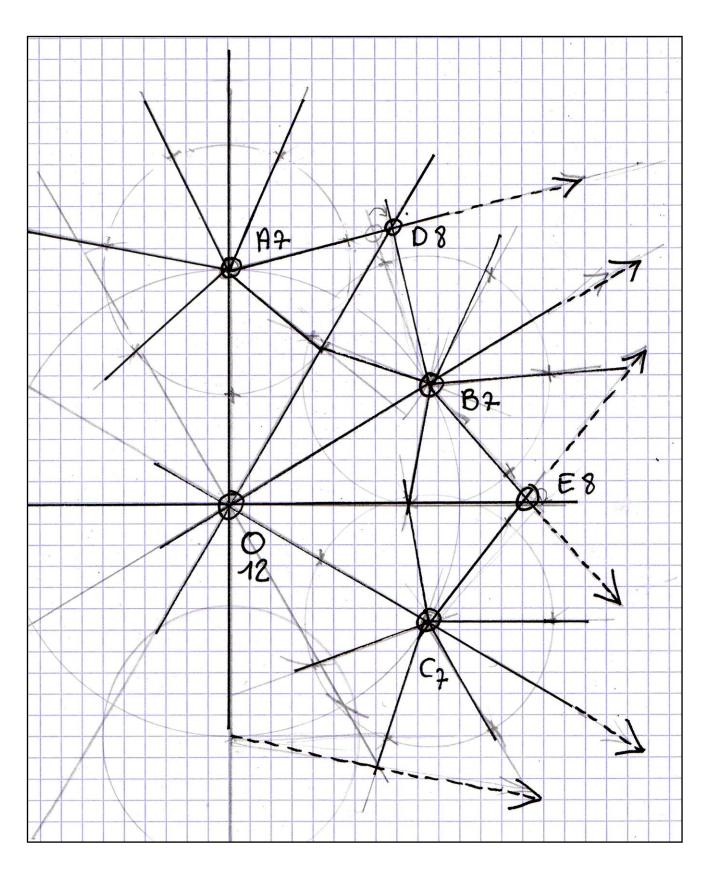


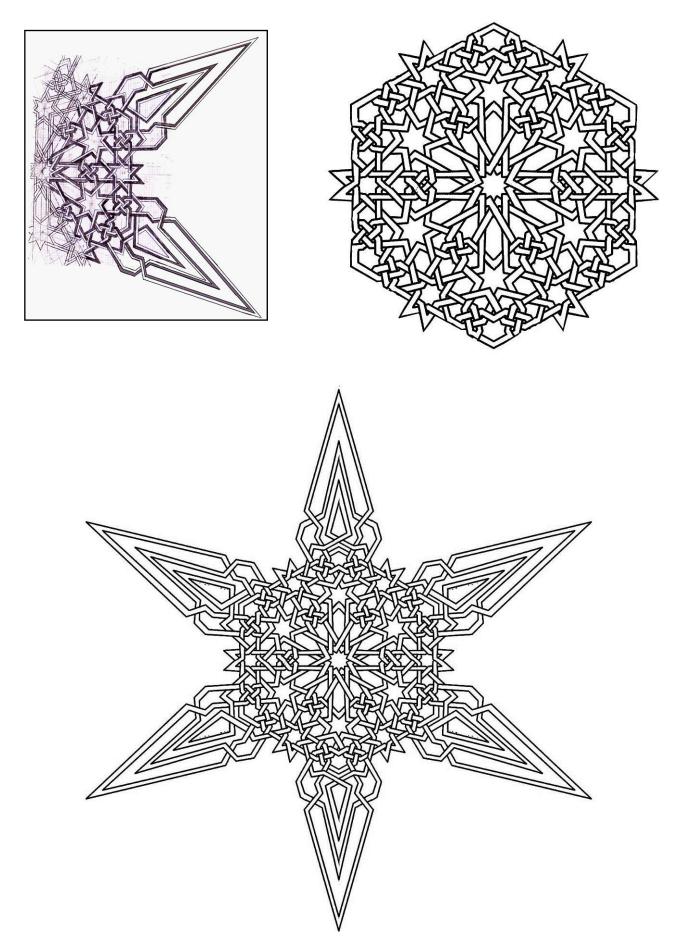


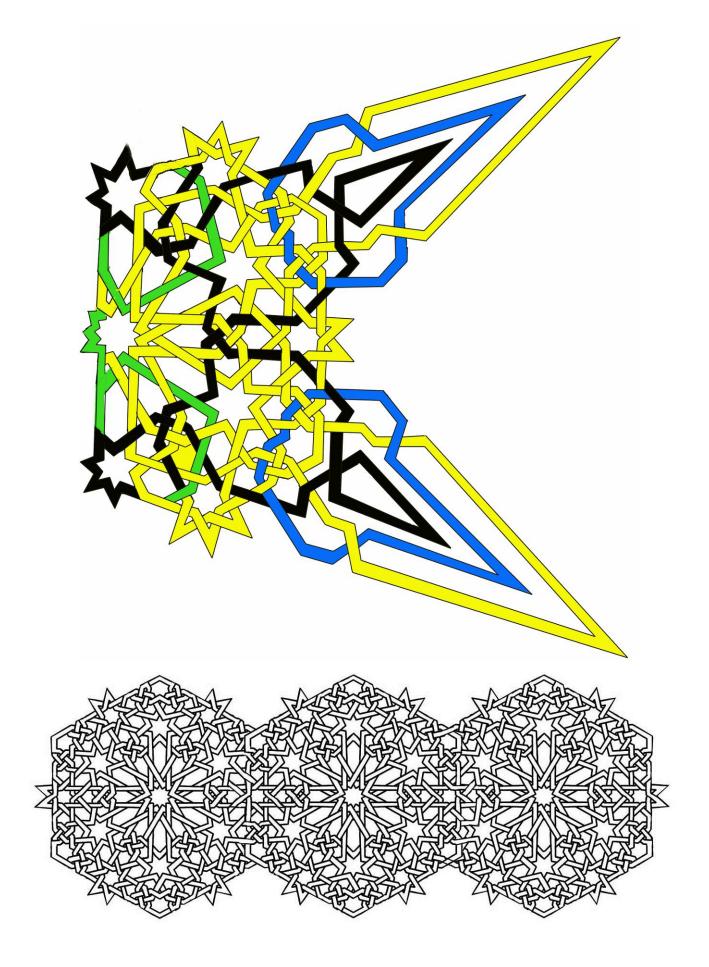




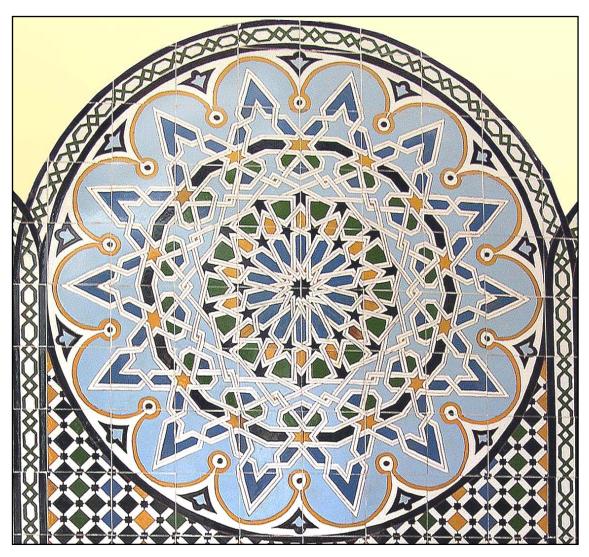


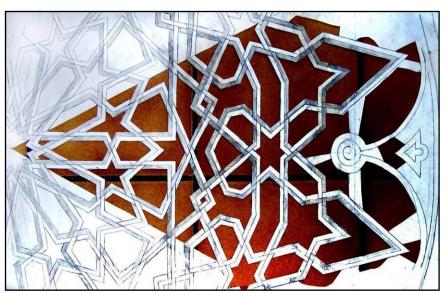




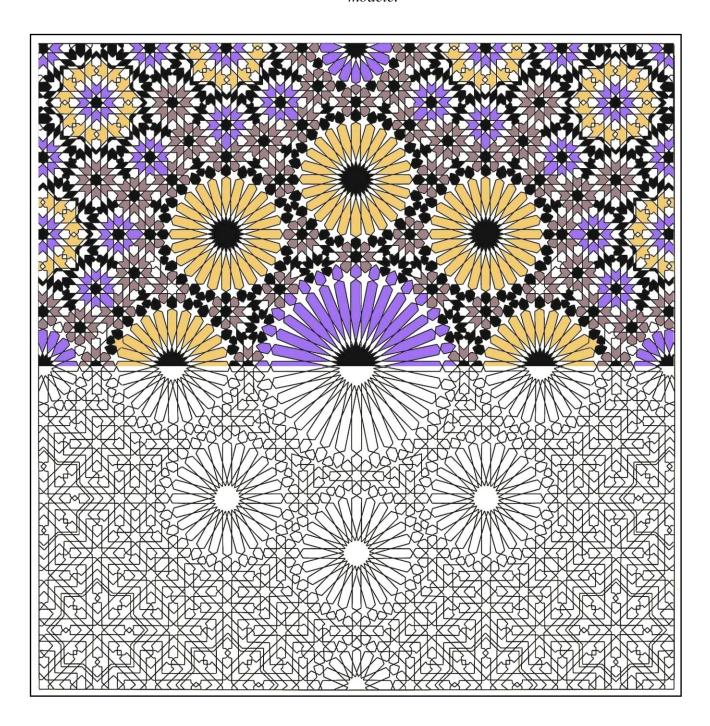


EXEMPLE : fontaine.

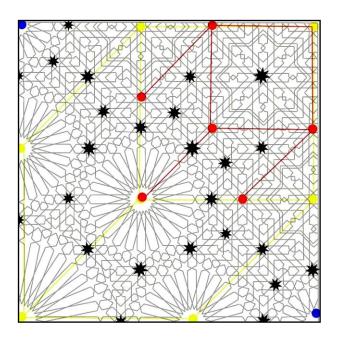


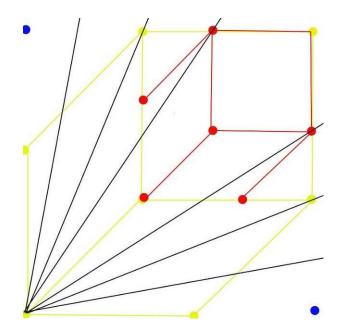


Exemple : étoile à 32. Construction d'un système modulaire convergent connaissant le modèle.



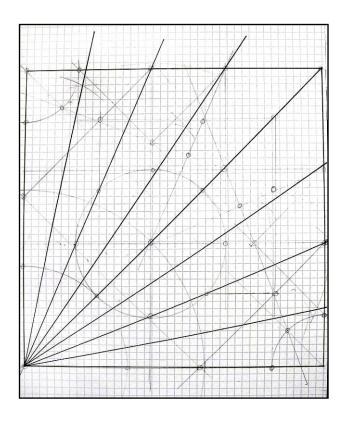
Cette étoile à 32 est entourée d'une série de satellites à 24 et de tout un ensemble d'étoiles à 8 et à 16. Pour construire cette structure modulaire convergente, il faut placer le centre de toutes les étoiles satellites. L'existence de quelques mailles sceau-saft permet de mesurer la valeur de **m** et de **e**.

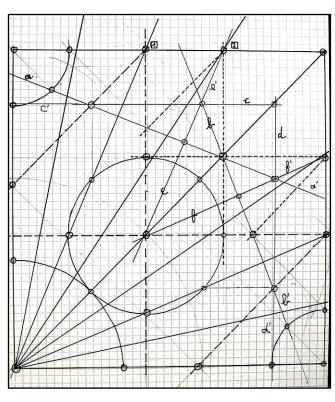


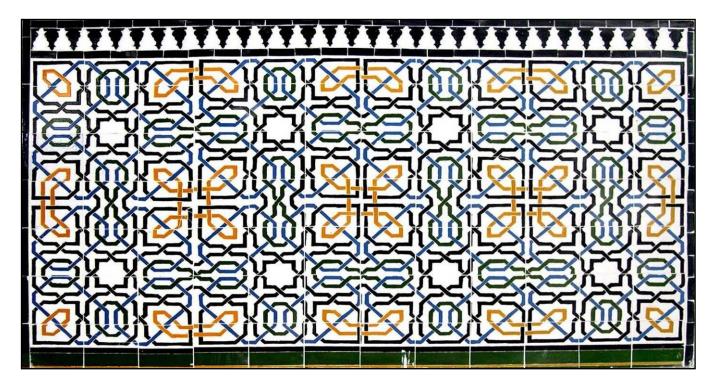


Mise en évidence du pavage carré-losange qui permet de construire le centre de toutes ces étoiles :

- Construire le centre de l'étoile à 32 et ses axes de symétrie.
- Tracer un premier carré contenant un quart de l'étoile à 32 ; pour construire les deux carrés et les deux losanges attenants à chaque carré (points remarquables 1 et 2).
- Les différents alignements remarquables aa', bb', cc', dd', ee' et ff' permettent de construire le centre de toutes les étoiles.



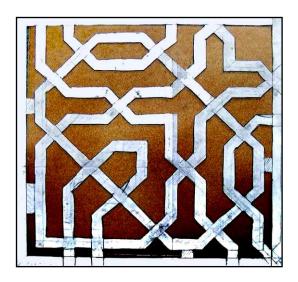




Panneau au riad Loulou.

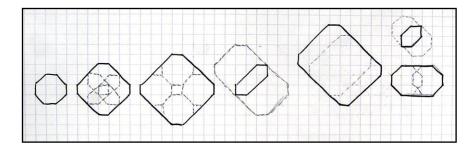
Le motif principal est construit par retournements successifs, à partir du module ci-dessus.



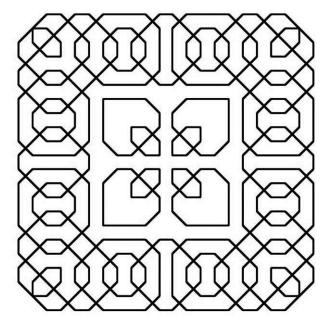




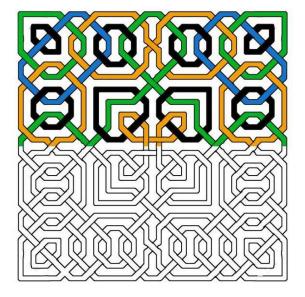
EXEMPLE : entrelacs colorés ; construction d'un motif.



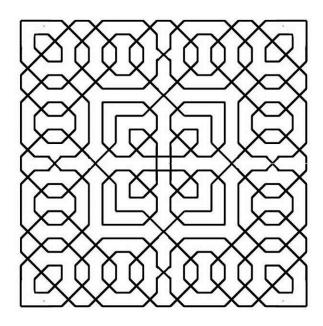
Choix de modules



Positionnement des modules.



Tracé des entrelacs et choix des couleurs.

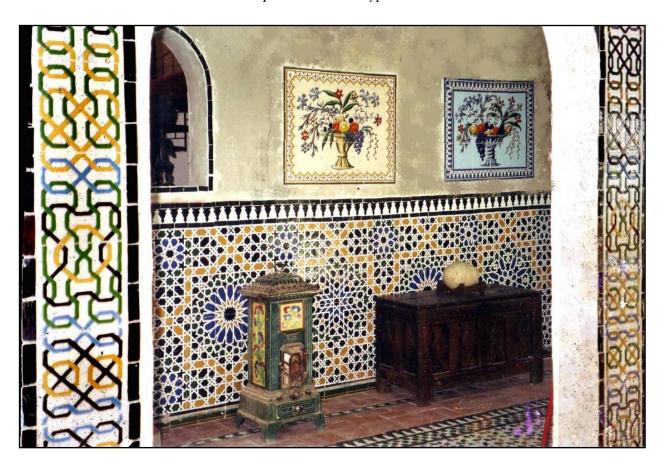


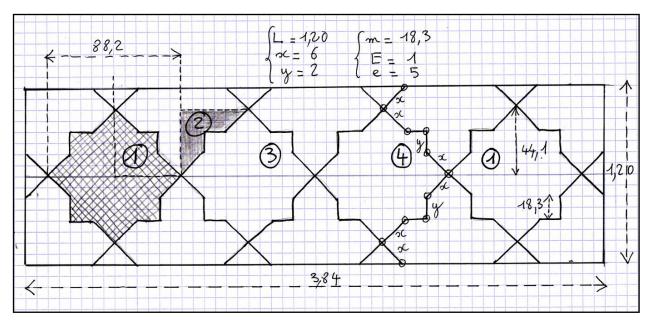
Laçage des modules.



Motif terminé.

EXEMPLE: panneau mural type Alhambra.



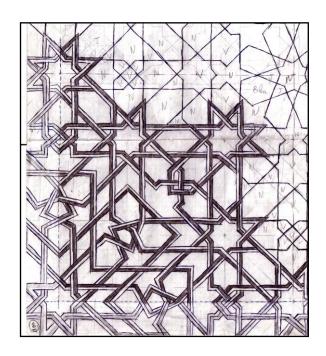


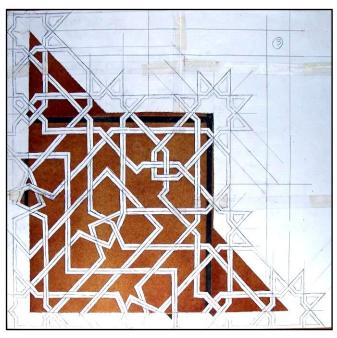
Ce panneau, placé dans un salon du riad Loulou, est une copie de plusieurs motifs de la salle des Ambassadeurs à l'Alhambra, il est fabriqué à la corde sèche sur carreau biscuits.

Les pages suivantes expliquent les différentes phases de sa construction. Chaque élément peut être présenté séparément.

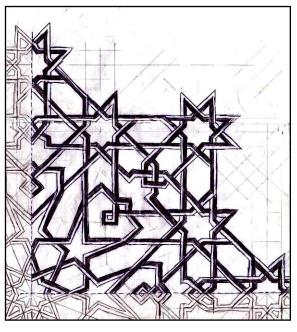


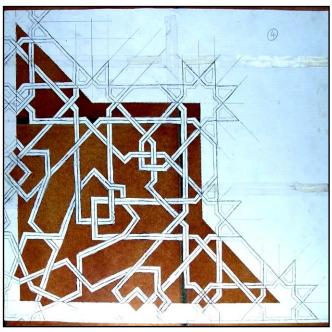
Dessin d'étude, construction du gabarit et motif isolé.



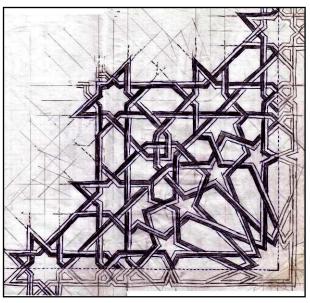


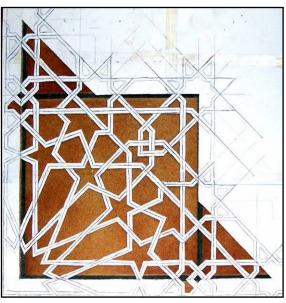


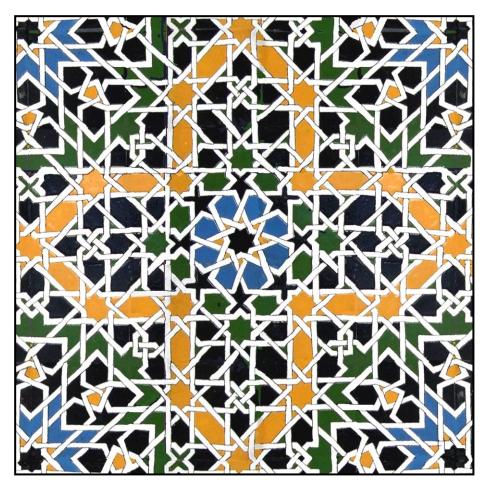




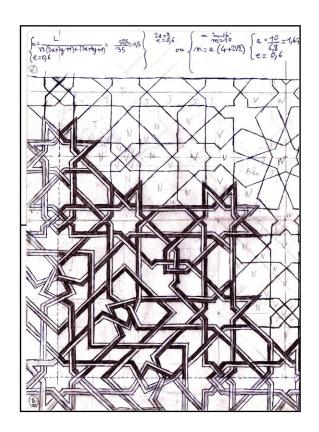


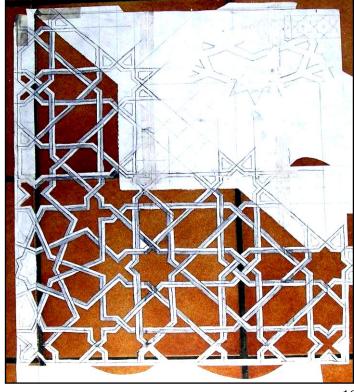






Motif de liaison de l'ensemble des panneaux.







Différentes compositions des systèmes précédents.





TECHNIQUES DE L'ARABESQUE

TOME 23: techniques de fabrication.

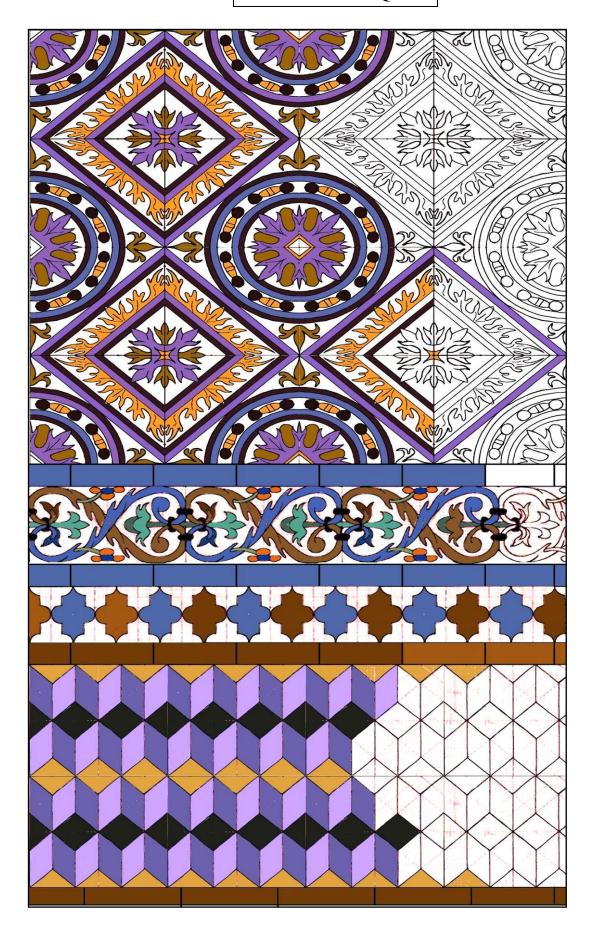
Les secrets de fabrication des arabesques ont été gardés jalousement pendant des siècles par les artisans ; certains ont même été perdus. Ce livre a la prétention d'essayer de lever le voile sur une partie de ces secrets.



Par Louis Arnaud



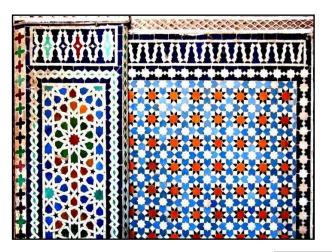
PHOTOTHEQUE



Les zelliges: Étude technique

Dans la sphère islamique, les zelliges se présentent de différentes façons : l'andalouse est la plus élaborée et celle d'Asie Centrale, d'origine plus ancienne, porte le nom de mu'arrâk, ou kaschis découpé. Au Maroc, deux écoles : le style de Fès qui est une copie du mu'arrâk et celui de Tétouan ou chaque pièce est découpée dans l'argile.

Style floral mu'arrâk: chaque pièce du motif est dessinée sur papier et découpée; puis elles sont rangées par couleurs et collées sur des kaschis correspondants; ensuite, elles sont taillées d'une manière manuelle en suivant les contours du papier; le dessin est alors reconstitué à l'envers et fixé sur un support maçonné.







Zelliges Timourides de Samarcande. Zelliges de l'école de l'artisanat de Tétouan.

La méthode de fabrication des zelliges géométriques de Fès est présente du Maghreb au sud de l'Espagne. C'est la même méthode de fabrication que le mu'arrâk.

La découpe des carreaux de céramique demande plusieurs années d'expérience.

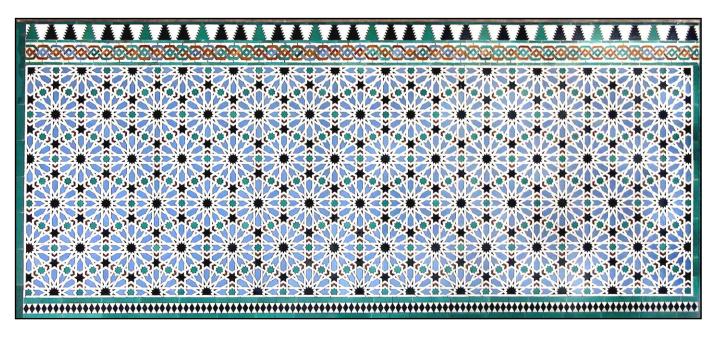
Les zelliges de Tétouan nécessitent deux cuissons, l'une pour le biscuit, l'autre pour l'émail. Ce sont les plus faciles à travailler car ils demandent peu de compétence à l'amateur.

Ils ont la particularité d'avoir de très beaux reflets car la surface de l'émail s'incurve à la cuisson.









Système convergent de la famille hexagonale visible à l'Alcazar de Séville.

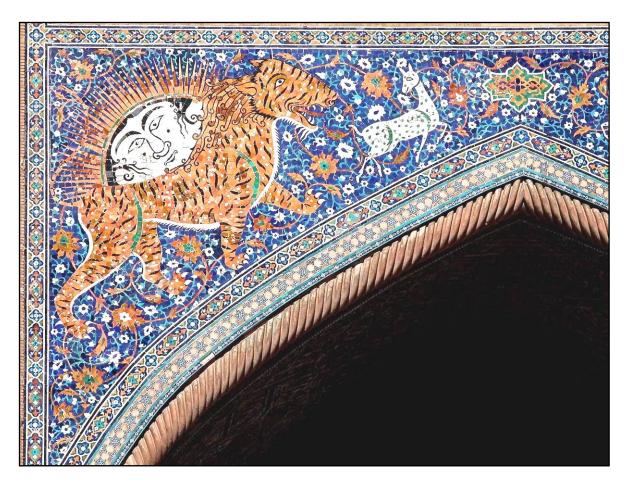


Système modulaire convergent formé d'une composition d'étoiles à vingt-quatre et à seize, visible au mausolée de Moulay Ismail à Mekhnès.





Seul exemple de mausolée de type persan aux Indes, le mausolée Chiniki-Rauza d'Agra est habillé d'un revêtement de céramique de style mu'arrâk.



Registan de Samarcande : céramiques de l'alfiz de la médersa Chir Dor.



CONSTRUCTIONS

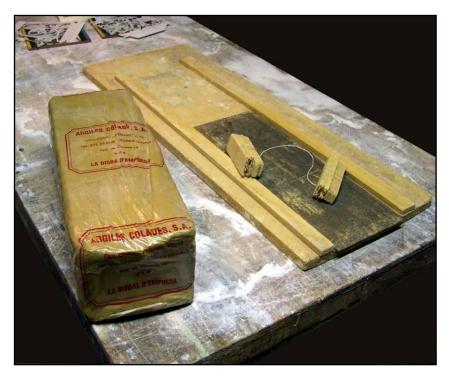
Présentation commerciale:



La terre s'achète dans le commerce sous forme de boudins ou de pains de 25 kg.

Un emballage de plastique le protège, empêchant son séchage et permettant ainsi de le conserver plusieurs mois. Cette terre très souple, prête à l'emploi, peut être découpée dès que ce film de protection est enlevé.

Découpe de la terre en tranches :

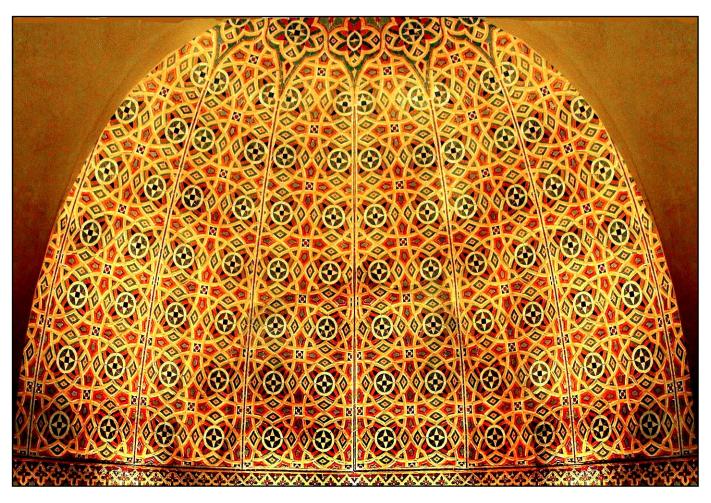


Le bloc est débité en tranches pour un premier séchage partiel avant la découpe.

L'épaisseur des tranches dépend du type de pièces : pour les zelliges simples une épaisseur de l'ordre du centimètre est suffisante ; pour ceux de forme complexe, leur épaisseur doit être fine pour éviter qu'ils ne se fendent au second séchage.

L'appareil permettant de trancher cette terre est fait :

- D'une planche portant deux cales dont épaisseur permet de faire varier la taille. La distance entre ces deux cales est supérieure à la largeur du pain.
- D'une plaque de tôle placée entre ces deux cales pour éviter que la tranche de terre découpée ne colle à la planche.
- D'un fil à « couper le beurre ».



Entrelacs de zelliges dans la salle des ablutions de la mosquée Hassan II.



Décoration de la partie haute du minaret de la mosquée Hassan II.

CONSTRUCTIONS

Premier séchage en plaques :



Le pain de terre se découpe donc en plaques avec un fil à couper le beurre ; les zelliges ne peuvent pas être taillés à ce stade là car la terre est trop molle et chaque pièce se déformerait à la coupe.

Le séchage s'effectue lentement, s'il est insuffisant, les manipulations déformeront les coupes ; si le séchage est trop avancé, le tranchage sera difficile et les pièces s'effriteront.

C'est lorsque la terre a la souplesse du cuir que le séchage est parfait.





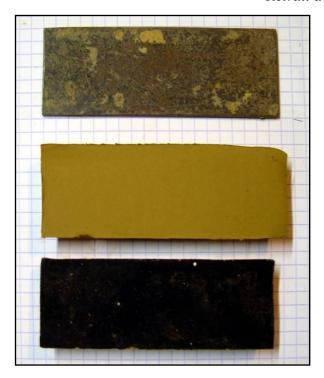
Les gabarits de tôle servent de guide pour trancher les pièces. Leurs dimensions sont plus grandes que le modèle car un certain retrait de la terre s'effectue au séchage et à la cuisson.

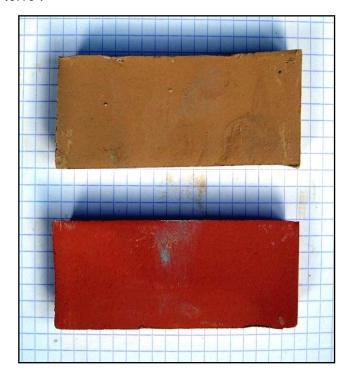
Si le nombre de zelliges fabriqués est important, des gabarits de tôle sont préférables pour éviter une usure notable à la découpe.



Système modulaire convergent d'entrelacs cassés : porte du palais royal de Fès.

Retrait de la terre:





Mise en évidence du retrait : en haut, à gauche, le gabarit a permis la découpe de la pièce présentée dans ses différents stades de séchage et de cuisson.

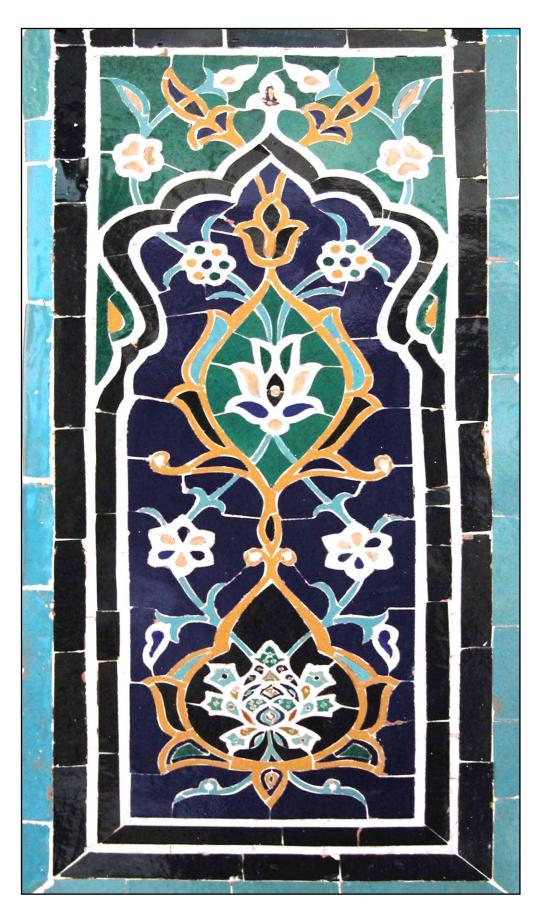
Remarques:

- Le retrait le plus important s'est effectué au stade du séchage.
- Celui au stade de la cuisson est faible.
- Il est proportionnel aux dimensions : dans le cas considéré, il est de l'ordre de 5 %. Lors de l'achat de la terre, ce retrait est spécifié sur l'emballage.

Solutions:

- Pour la fabrication des zelliges, l'épaisseur des joints peut rendre ce retrait négligeable.
- Si l'on désire tenir compte des retraits, il faut augmenter de 5 % les dimensions des gabarits.





Zelliges du Gour Emir à Samarcande.

CONSTRUCTIONS

Découpe et séchage de la terre :

Avant la découpe, il est nécessaire de faire le comptage des pièces ; pour celles qui sont symétriques le comptage doit être fait pour chaque face.

L'assemblage final sera lié par de la barbotine: la découpe se fera selon un certain angle afin de réserver de la place au liant.

Il faut penser à tailler les zelliges irréguliers des bordures avant que la terre ne soit sèche.



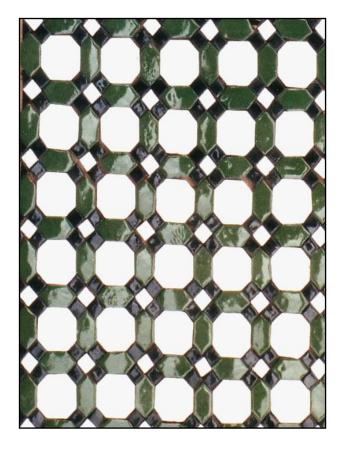


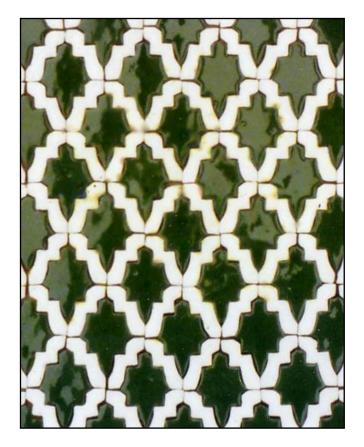




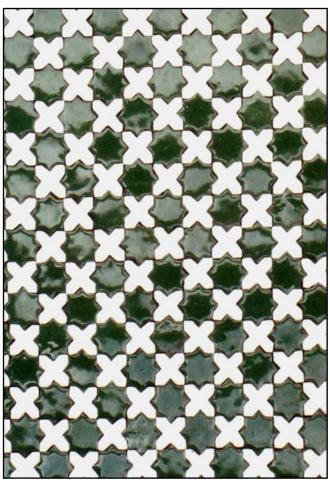
L'ensemble est mis à sécher sur des claies dans un endroit bien ventilé ou dans le four à une température inférieure à 100 °. La terre blanchit progressivement.



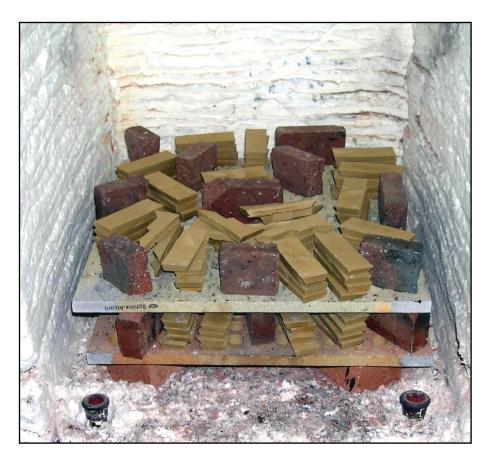








Première *cuisson* : la terre.



La terre découpée et séchée est rangée dans le bas du four, là ou la température est la plus basse, en laissant l'air chaud circuler librement entre les paquets et les supports. En général la cuisson est mixte ; au dessus, les zelliges à émailler et encore au dessus les gazettes de carreaux.

Dans une cuisson mixte c'est la température de cuisson de l'émail qui est prioritaire soit 960° à 20° près pour les émaux utilisés.

Si la fournée ne contient que des petites pièces de terre, une montée jusqu'à 900° en trois heures avec un palier de 30 mn pour égaliser la température est suffisant.

Émaillage des pièces :

L'émail se trouve dans le commerce sous forme de poudre à dissoudre dans de l'eau. La dilution de l'émail dépend:

- du support : plus le support est absorbant, plus l'émail doit être dilué : lorsque l'émail n'est pas assez dilué, il ne s'étale pas sur la surface et forme des pâtés ; s'il est trop dilué il s'étale trop, coule et passe la corde.
- De l'usage des pièces : si les zelliges doivent être placés au sol, la couche doit être la plus épaisse possible, et l'émail peu dilué. Pour empêcher alors la formation de pâtés, l'émail doit être déposé rapidement sur chaque pièce.
- Si la couche d'émail est trop épaisse ou si l'émail n'est pas assez dilué, en fondant à haute température, il se resserre par capillarité et laisse apparaître des manques.
- Si la couche n'est pas assez épaisse, l'émail ne peut pas faire de couche homogène, il reste granuleux, mat et couvre mal.



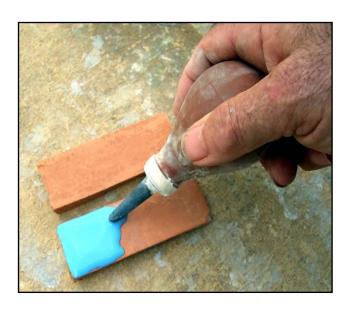
Zelliges de l'Alhambra de Grenade : au dessus, les pièces de stuc colorées dans la masse sont assemblées, celles du bas sont en terre cuite émaillée.





Les pinceaux n'ont pas de réserve suffisante pour déposer la quantité d'émail nécessaire sur une grande surface. La poire, par pression de la paume, permet de déposer une couche d'émail importante jusqu'à 0,4 mm d'épaisseur.

Cette poire est d'un maniement délicat et demande beaucoup d'habitude ; l'émail passe dans une canule dont le trou est plus ou moins important selon la vitesse et la précision du travail désirée.



- L'émail doit être déposé rapidement sur la surface du biscuit et s'étaler correctement.
- Pour éviter tout versement indésirable, l'embout de la poire ne doit pas être relevé durant le passage d'une pièce à l'autre.
- Garder la poire toujours pleine pendant l'apprentissage ; la pression exercée par la paume doit être d'autant plus faible que la poire se vide.
- Tirer l'émail ; le pousser est plus délicat.
- Nettoyer le surplus d'émail qui a glissé sur le côté pour qu'il ne s'accroche pas au support lors de la cuisson.

Deuxième cuisson : l'émail.

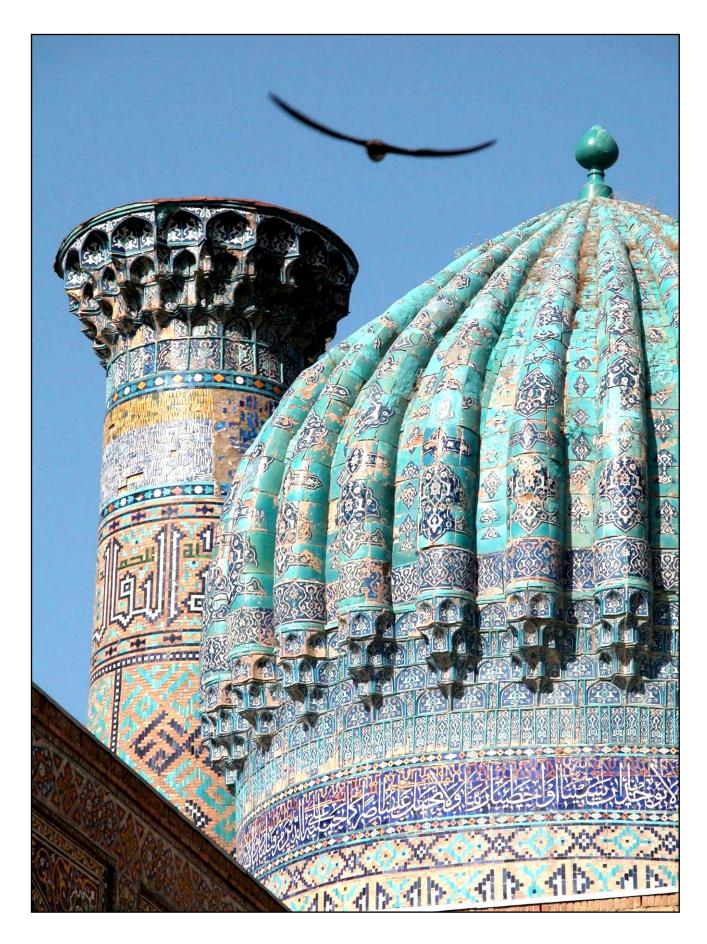
Les émaux utilisés se cuisent à une température comprise entre 950° et 1010° ; nous prendrons 980° comme référence pour obtenir les meilleurs résultats.

Si la température est supérieure, il se liquéfie ; les pièces s'accrochent alors au support et se brisent lorsqu'on les récupère.

Si la température est inférieure la couche d'émail reste granuleuse et de couleur laiteuse.

Si les pièces sont de petite taille et bien sèches, la montée en température peut se faire rapidement en trois heures et trois étapes avec un palier final de 30 mn à 980°.

- De 0 à 300° petit feu pendant une heure.
- De 300 à 980° on pousse graduellement le feu jusqu'à pleine puissance.
- Le palier d'une demi-heure à 980° est terminé lorsqu'en baissant graduellement la pression du gaz, les brûleurs fonctionnent comme à petit feu avec une température stable à 980°.
- Deux sondes, placées dans le four vérifient la température,



Dôme et minaret de la médersa Chir Dor du Registan.



Médersa Es Sahrij à Fès.





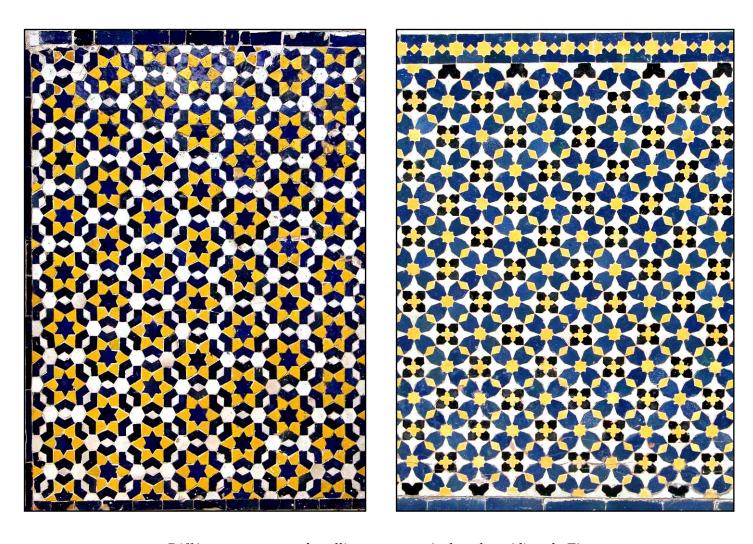
Pour la cuisson, un étage ou deux de terre est disposé dans le bas du four avec, au dessus, plusieurs étages de zelliges à émailler:

- Les pièces ne s'accrocheront pas si elles sont placées côte à côte sans se toucher.
- Le dessous doit être bien nettoyé afin de ne pas coller au support.
- La cheminée du four étant placée en bas au milieu, l'air chaud doit descendre par le centre à travers les trous des plaques alcorit.
- Le palier terminé, les brûleurs éteints, la cheminée fermée, la température du four mettra environ 12 h pour descendre à 100°; le four pourra alors être ouvert.

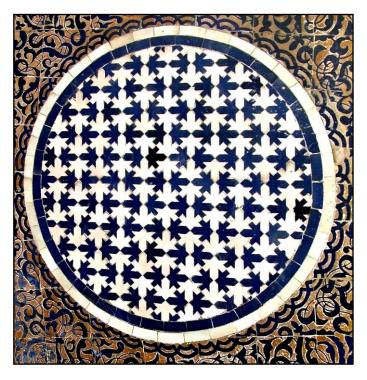
Pose des zelliges:

- Si les zelliges sont destinés à être posés au sol, il suffit de les placer avec la frise, couler dessus une barbotine très liquide de ciment et laisser sécher pour terminer en faisant les joints. La barbotine très liquide pénètre entre les pièces à l'emplacement de la coupe oblique, passe sous chaque pièce et les lie en durcissant. Les joints terminent l'ensemble.
- Les zelliges destinés à une paroi verticale sont placés à l'envers sur le sol ; un grillage est posé dessus. Sur cette armature le ciment liquide est coulé et se place entre les pièces ; après durcissement et nettoyage, c'est un panneau armé et fragile qu'il faut cimenter contre son support. Les joints terminent l'ensemble.





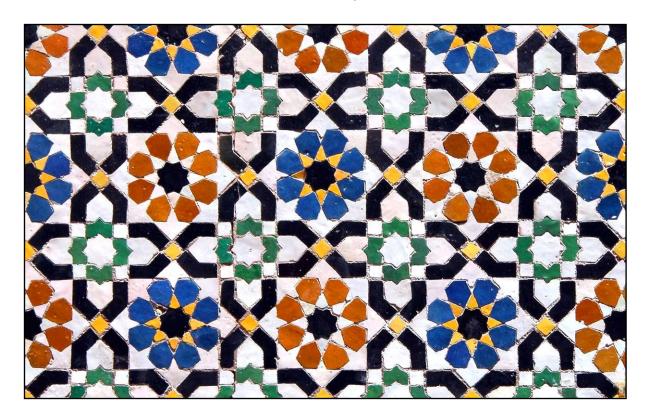
Différents panneaux de zelliges rencontrés dans la médina de Fès.



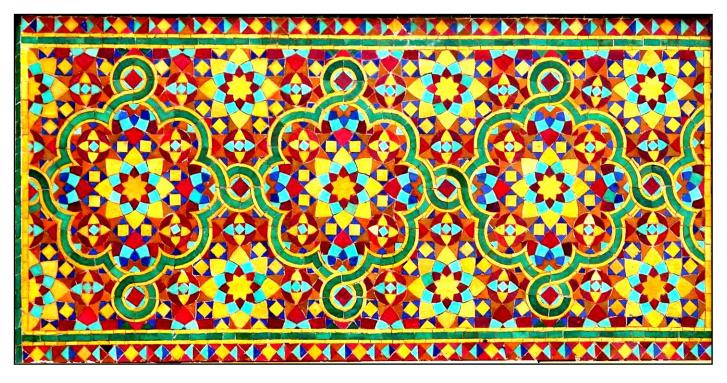




Médersa Ben Youssef à Marrakech.



Médersa El Attarine à Fès.



Panneaux de zelliges de la mosquée Hassan II de Casablanca.





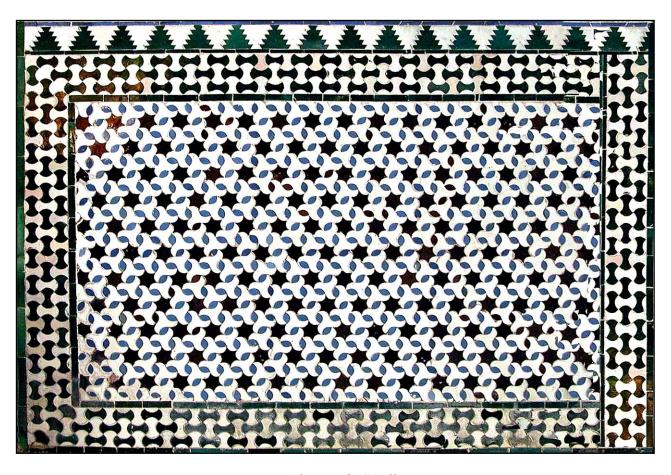
Sol de cuisine du riad Loulou.

Ci-dessous, les gabarits permettant de construire le tapis ci-dessus.

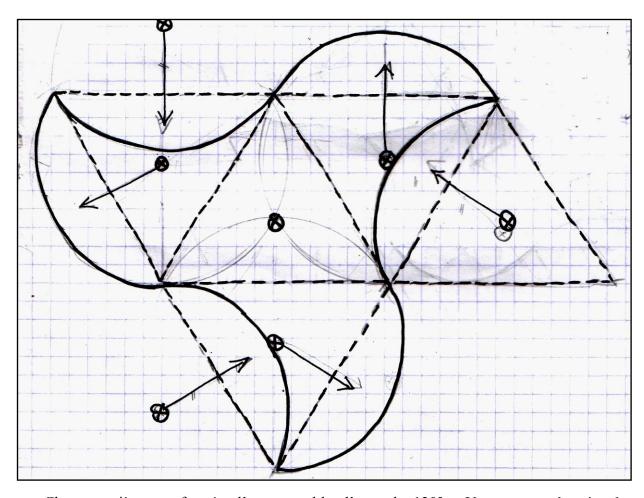




Zelliges des niches de la cour des myrtes à L'Alhambra.



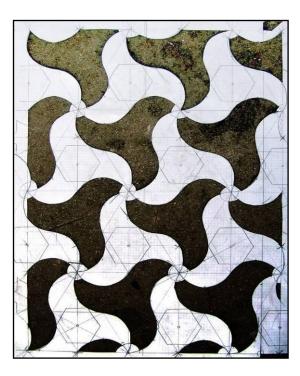
Alcazar de Séville.

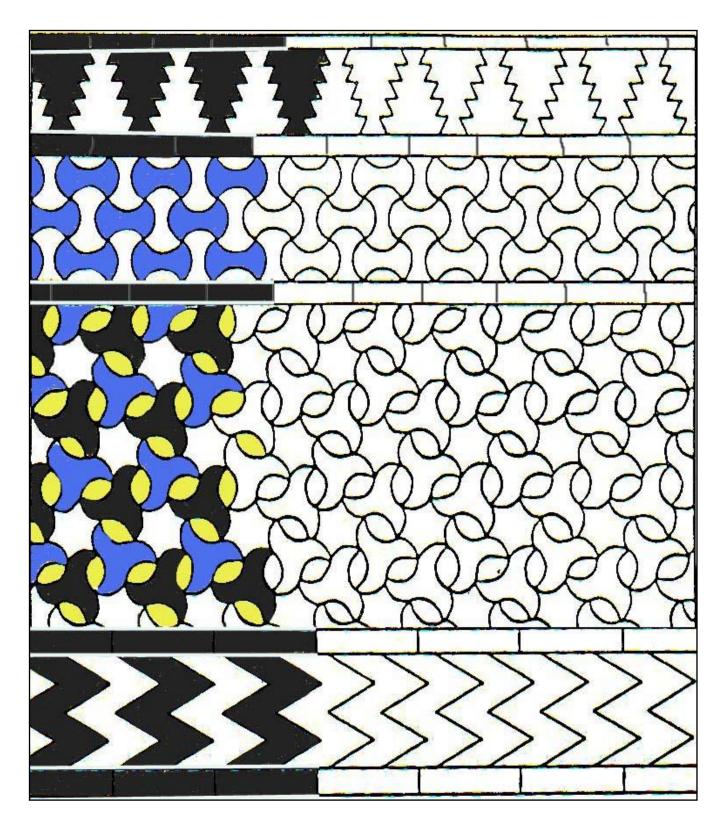


Chaque pièce est formée d'un ensemble d'arcs de 120°. Un canevas de triangles équilatéraux définit le centre des cercles portant ces arcs.

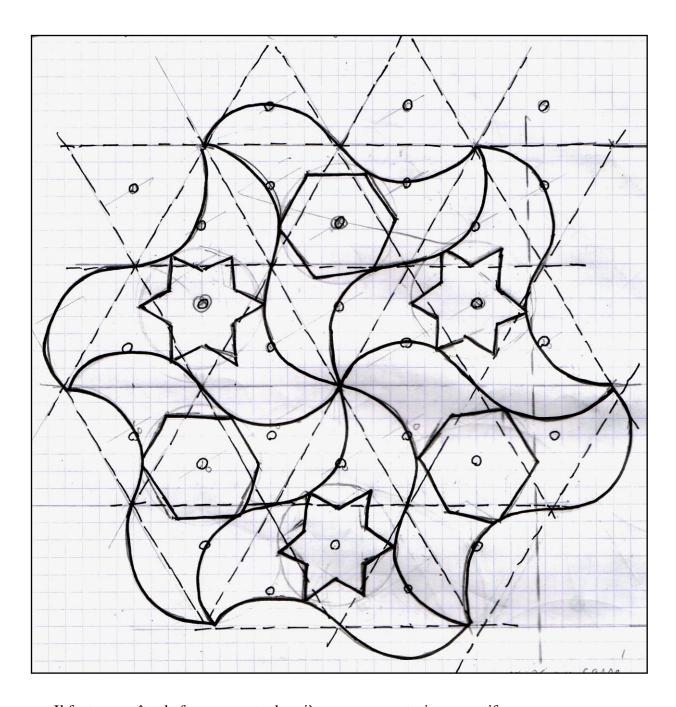
Ci-dessous gabarits métalliques ayant servi à la découpe ainsi que celui de cartoline ayant servi de gabarit pour le dessin sur carrelage.







Montage de différentes frises ayant toutes un caractère symbolique en Islam : les cyprès du haut symbolisent la patience avant le jugement dernier ; au dessous, en bleu, ce sont les vagues de la mer ; en bas, les chevrons symbolisent l'eau courante des fleuves du Paradis.



Il faut connaître la forme exacte des pièces pour construire ce motif :

Dessiner un réseau de triangles équilatéraux.

Déterminer le centre de gravité de chaque triangle.

Tracer les cercles et préciser pour chacun d'eux l'arc de 120° correspondant.

Construire les cercles centrés au milieu de chaque élément et tangents à ses côtés, son centre est aussi un centre de gravité.

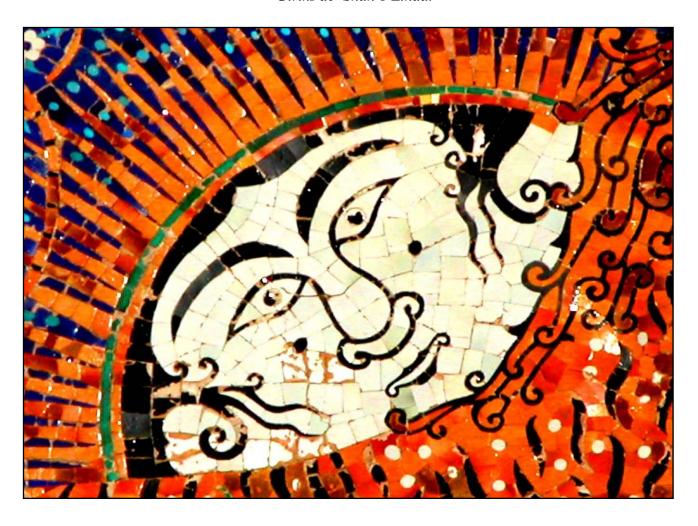
Construire en alternant les hexagones concaves et convexes inscrits dans chaque cercle.

Les sommets de ces hexagones sont les points de tangence du cercle à l'élément.

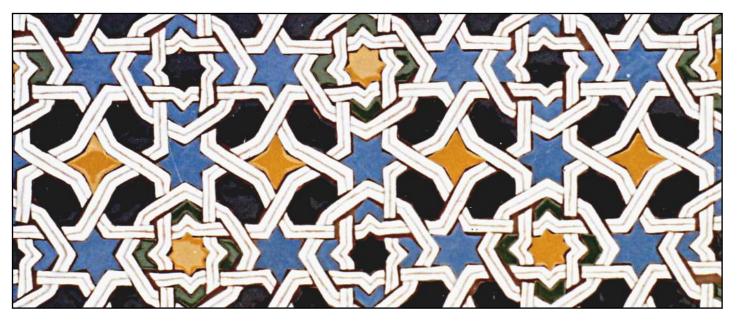
Pour cadrer un motif en hauteur, choisir la hauteur des triangles équilatéraux telle qu'elle soit un sous-multiple de la hauteur totale du motif terminé.



Giriks de Shah-I-Zinda.



L'influence Zoroastrienne se retrouve dans ce détail de l'alfiz de la médersa Chir Dor au Registan.

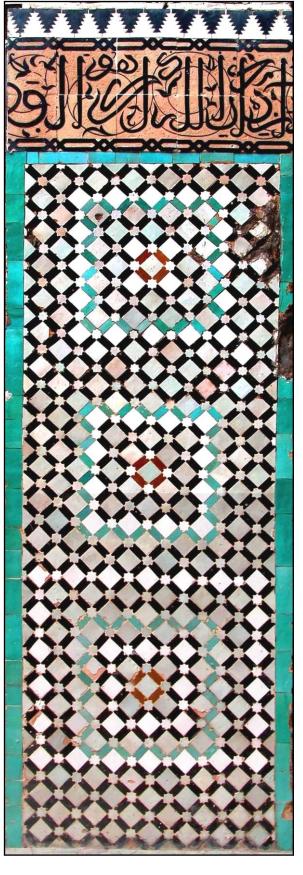




Les gabarits ci-dessus ont été découpés dans du contreplaqué.

- La terre des entrelacs doit être tranchée en lamelles fines pour éviter que ces pièces ne se fendent au séchage.
- Les nombres entourés d'un cercle indiquent le nombre de pièces à découper avec chaque gabarit

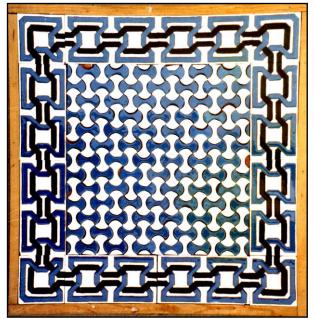


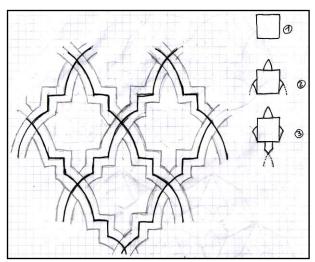


Mosquée Hassan II.

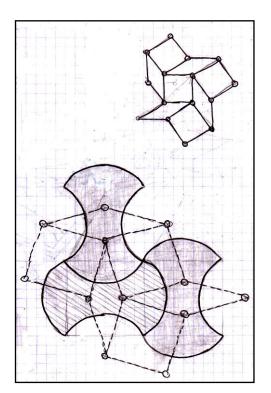
Médersa Bou Inania à Mekhnès.



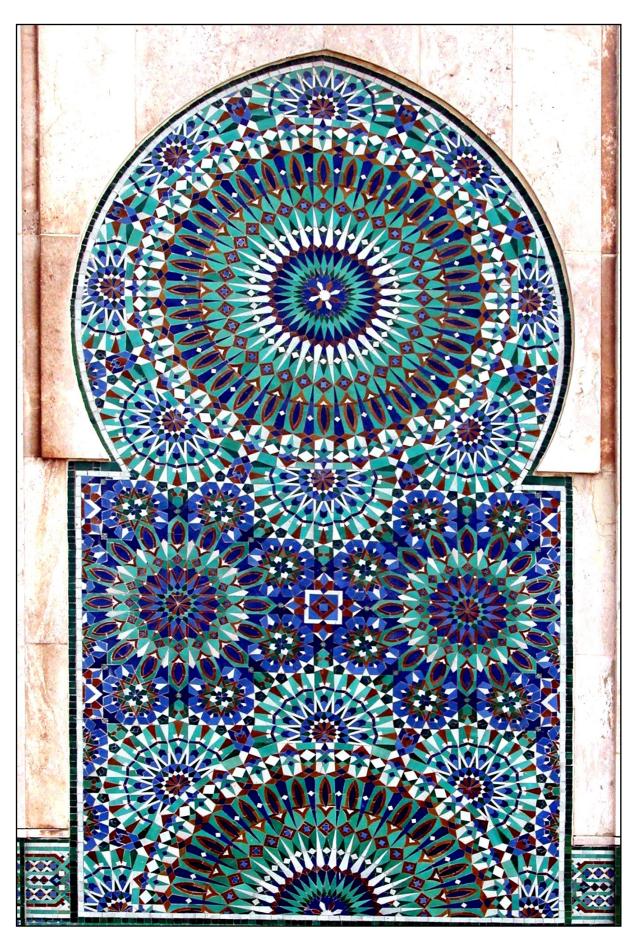






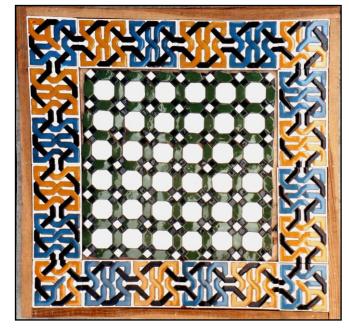


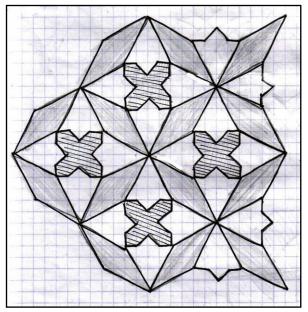


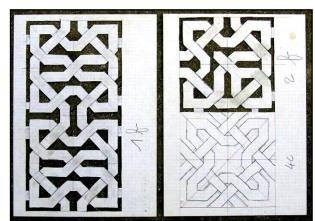


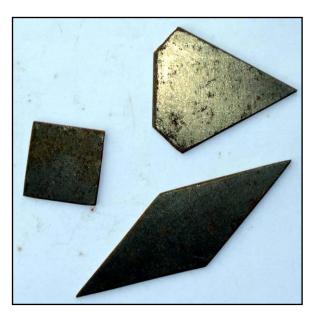
Fontaine de la mosquée Hassan II à Casablanca.











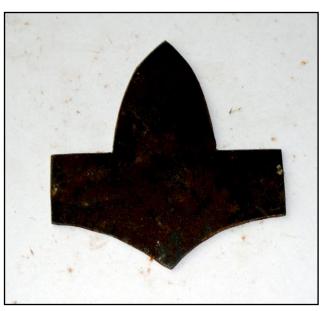


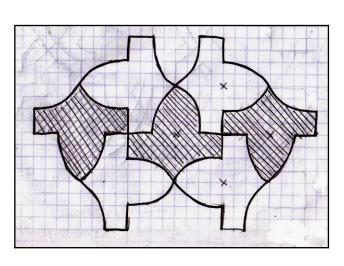


Panneau de zelliges floraux et de frises à Shah-I-Zinda.

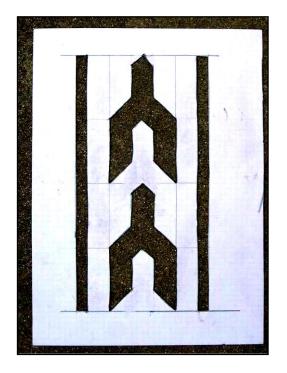


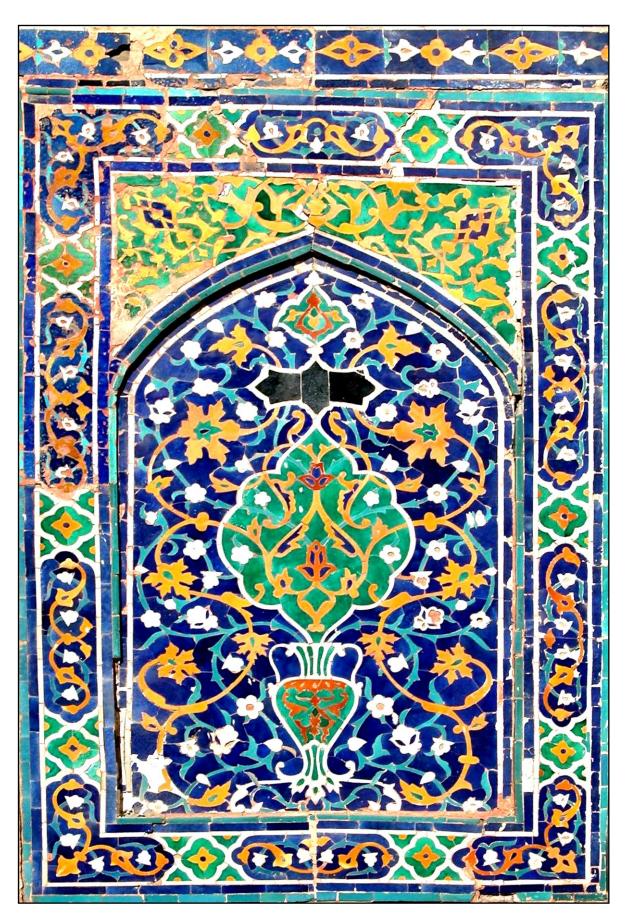








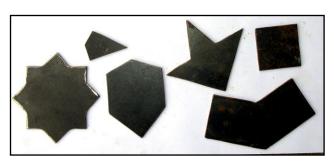


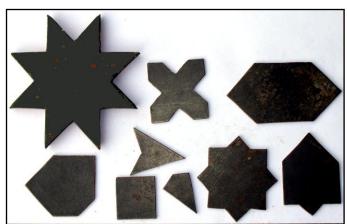


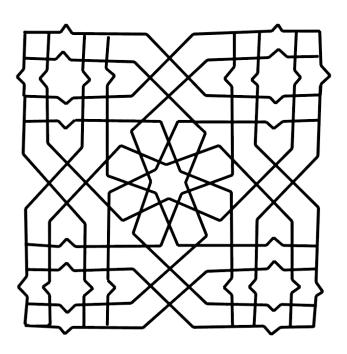
Panneau du pistach de la médersa Oulough Begh à Samarcande.

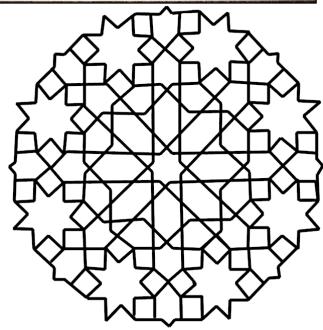


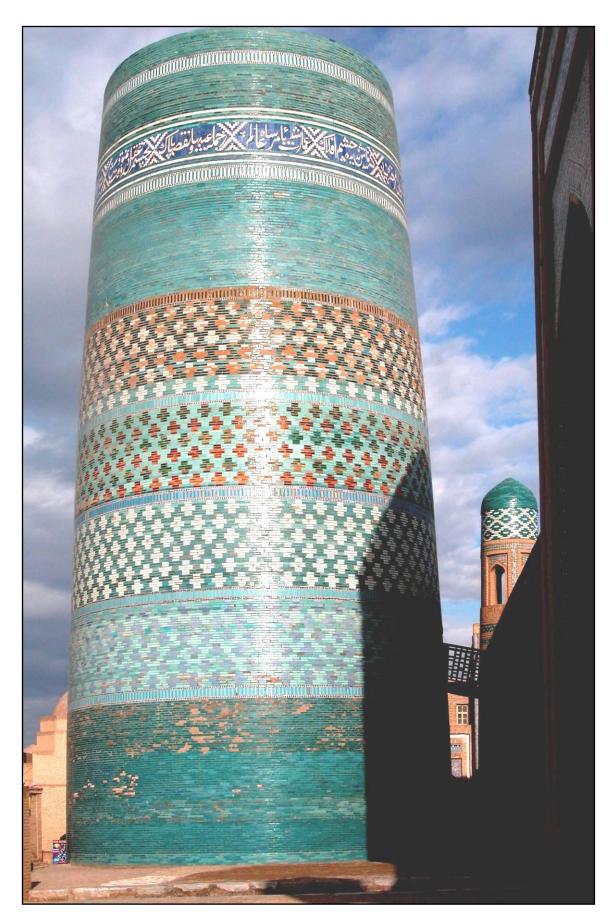








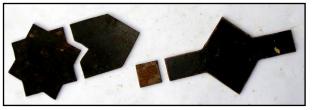




Kaschis du Kalta Minor, minaret inachevé à Ichan Kala.













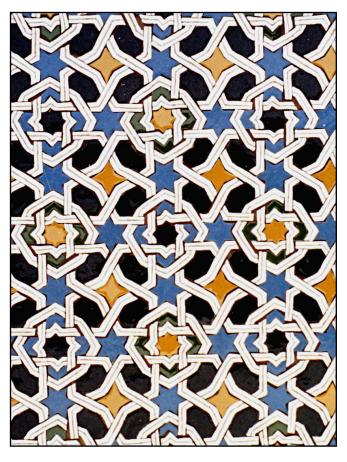


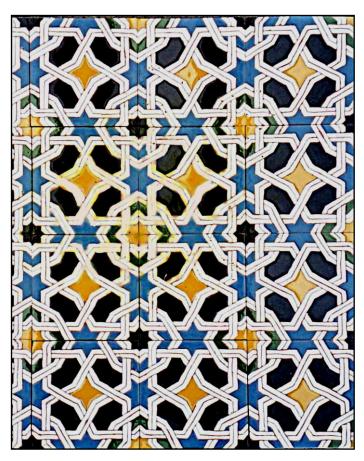




Zelliges

Carrelages





Voici le même motif traité de deux manières différentes : à gauche chaque couleur est une pièce de terre découpée, cuite et émaillée (zelliges) ; à droite il est dessiné sur un biscuit, émaillé et cuit au four (technique de la corde sèche).

Ci-dessous, les gabarits servant à découper les zelliges et, à droite, celui de la cartoline utilisée pour le report dessin. Tous les carreaux sont identiques ; c'est leur juxtaposition qui forme le panneau.







Dans ce tapis de sol cohabitent :

- Une rosace centrale à vingt branches en zelliges.
- Une croix formée d'un motif de fond.
- Quatre pavés d'angle de motif de fond.
- Chaque pavé est entouré d'une frise sur carrelage exécutée à la corde sèche.
- Le tout est entouré d'une frise de zelliges stylisés représentant des cèdres.

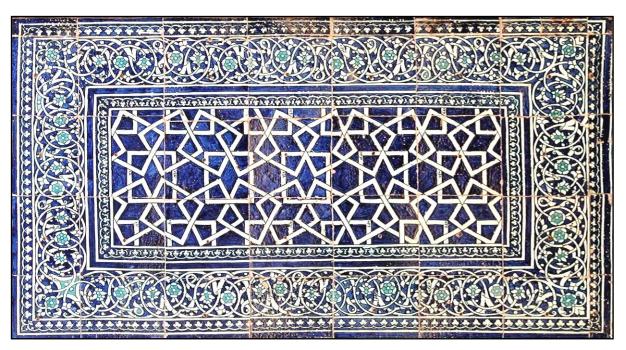


Détail de fontaine du centre artisanal de Rabat.

DIAPORAMA

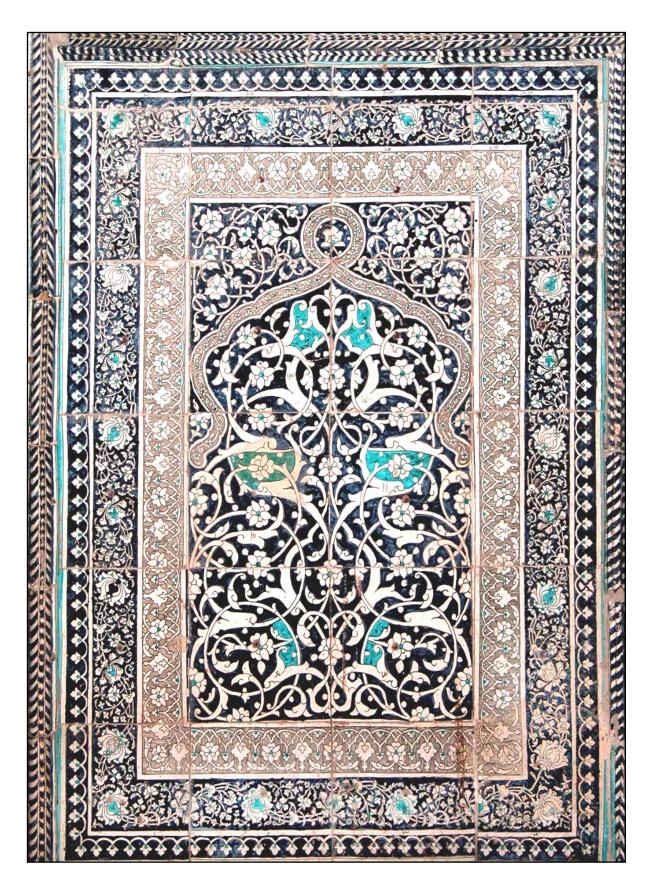


Les majoliques:

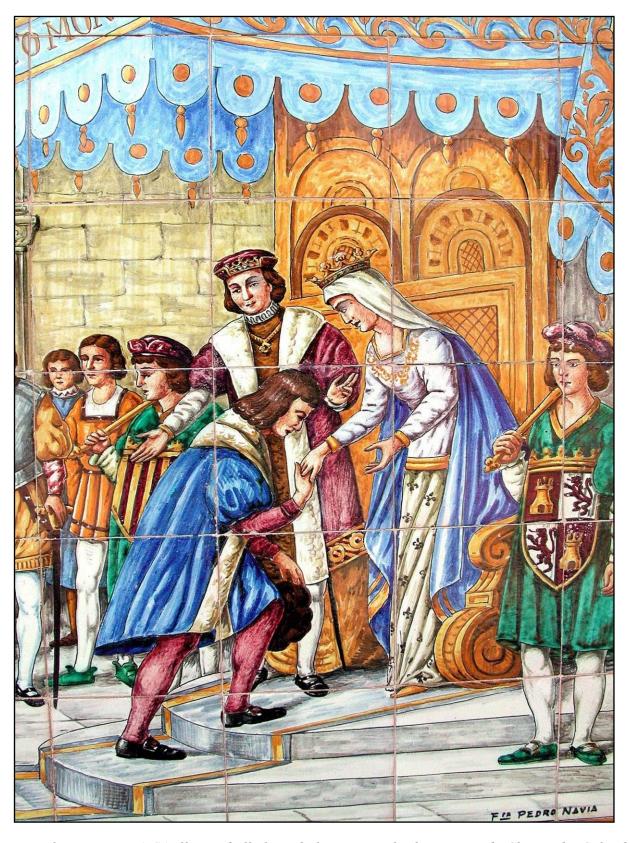


La majolique est une peinture à l'eau de type aquarelle sur un biscuit rendu partiellement imperméable par un engobe stannifère blanc. Un trait noir sépare souvent les couleurs pour accentuer le contraste. Sur cet engobe blanc, les couleurs, à base d'oxydes métalliques, sont déposées en fines couches liquides et c'est une glaçure transparente qui donne le rendu brillant pour soutenir les couleurs. Deux cuissons sont donc nécessaires, l'une pour le biscuit, l'autre pour l'émail.

RETOUR



Majoliques florales du mausolée de Makhmoud Akhmad à Khiva.



Plazza España à Séville : Isabelle la catholique reçoit les hommages de Christophe Colomb.

Les azulejos qui se sont développés en Espagne et au Portugal, sont des majoliques ; ils ne décorent que les parois murales car leur fine couche d'émail ne leur permet pas d'être utilisés en carrelage de sol.

CONSTRUCTIONS



Alcazar de Séville : style plateresque.



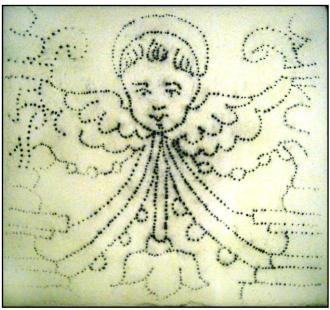
Azulejos portugais : monochromie dans les tons de bleu ou polychromie.















Voici les différents stades du dessin d'un angelot d'azulejos portugais :

Pour éviter toutes souillures de gras qui empêcheraient le dépôt de l'émail sur le biscuit, le gabarit requis est percé de trous suivant les lignes.

Pour reporter le dessin, le papier ainsi percé est disposé sur l'appareil de carreaux, du noir de fumée est tamponné dessus laissant ainsi une trace.

Le trait est souligné à l'oxyde de manganèse pour laisser un trait noir après cuisson.

Les à-plats sont garnis, les volumes d'ombre et de lumière sont rapportés.

Une glaçure transparente pour fixer le tout est déposée avant la cuisson finale.



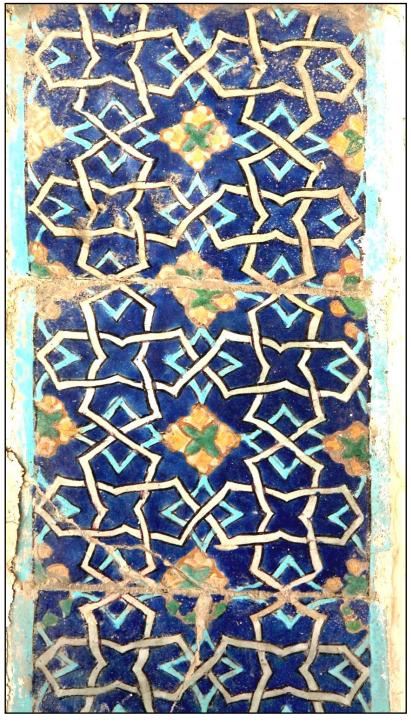


Panneaux de majolique ciselée à Shah-I-Zinda. Torsade entourant l'entrée du pistach de la médersa Oulough Begh de 1417 à Boukhara. Majolique du pistach d'entrée de la médersa Abdul Aziz Khan du XVI ème à Boukhara.











Colonne de la médersa Oulough Begh au Registan de Samarcande.

Panneau de la médersa Chir Dor.

Incrustation de carreaux du pistach de la médersa Tilla Kari du Registan.







Majoliques Ottomanes d'Iznik au harem du palais de Topkapi à Istanbul.





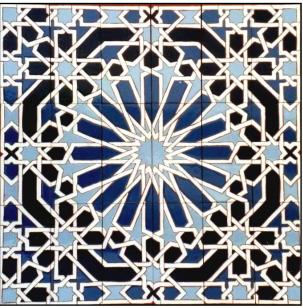
Un seul carreau suffit pour former ce pavage.

Technique d'Iznik: la terre employée pour la fabrication du biscuit a une très forte teneur en quartz qui, en cuisant, rends la surface de ce biscuit partiellement imperméable; cela évite ainsi l'ajout d'un engobe stannifère.

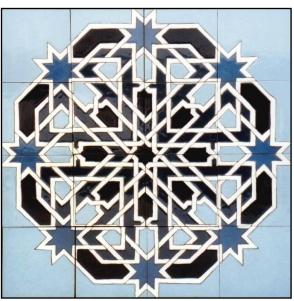


Technique de la corde sèche :









L'usage de la corde sèche fut introduit par le Safavide Shah Abbas I en Perse au début du XVIIème siècle. Lorsque ce souverain transféra sa capitale de Tabriz à Ispahan, il entreprit une série de grands ensembles richement décorés de céramiques polychromes, mosquées, médersas et palais, monuments qui signèrent l'apogée de la civilisation persane. Aboutissement des styles Mongols et Timourides, utilisant les kaschis découpés dans le style mu'arrâk, la fabrication de ces céramiques demandaient beaucoup trop de temps et brisait la patience de Shah Abbas. Il décida donc d'utiliser une nouvelle technique beaucoup plus rapide pour terminer son œuvre ; c'est ainsi que se généralisa l'emploi de la corde sèche appelée style **Haft rang** (sept couleurs).

RETOUR



Carreaux de céramique de la Casa Pilatos de Séville ; corde sèche tranchée (cuerda seca endida).

- LA CORDE : Pour séparer deux couches d'émail juxtaposées de différentes couleurs, on dessine la *corde*.

La *corde* est un mélange d'émail de couleur et d'un produit hydrofuge gras quelconque ; ce mélange est utilisé avec un pinceau pour dessiner le trait du motif. Lorsque l'émail est étalé à la poire ce trait gras empêche l'émail de traverser et de mélanger les couleurs. A la cuisson le produit gras s'élimine et l'émail reste.

La *corde* peut être remplacée par un crayon graphite : le gras du graphite fait office de séparateur et le graphite, étant du carbone, s'élimine à la cuisson. Il reste alors la couleur de fond du biscuit pour séparer les couleurs.

C'est la corde sèche.

- CORDE ENDIDA : le trait de séparation des émaux a été remplacé par un trait tranché dans l'argile avant sa cuisson ; cela permet d'utiliser des gabarits tranchants pour accélérer la cadence de production.
- L'EMAILLAGE : Comme pour les zelliges, l'émail s'étale à la poire.

La dilution doit correspondre à la porosité du biscuit ; il ne doit pas dépasser la corde et doit faire *un ventre* liquide sans faire de pâtés. C'est ce *ventre* qui donne tous les reflets caractéristiques de la corde sèche.

Un émail trop dilué s'étale très bien sur le carreau mais traverse facilement la corde.

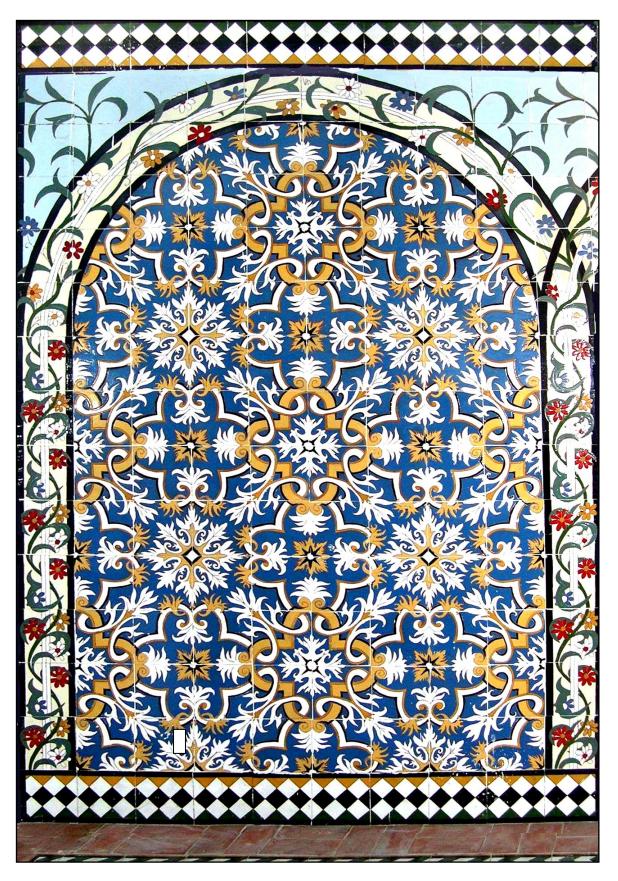
Les grandes surfaces doivent être couvertes rapidement de façon à ce que l'émail ne soit pas absorbé avant la fin de la coulée.

Pour changer de zone sans éclabousser le plan de travail, il ne faut pas relever l'embout de la poire, mais diminuer la pression et la déplacer, embout en bas.

Pour de petites surfaces, utiliser une poire pleine et un embout fin.

Il faut *tirer* l'émail et le *jeter* dans les coins ; sur les grandes surfaces on peut le pousser pour remplir une grande surface rapidement d'un seul jet.

Les surfaces très petites s'émaillent au pinceau réservoir.



Copie d'un panneau de l'université de Coimbra au Portugal.

CONSTRUCTIONS

EXEMPLE 1 : le soleil.



Cheminée au riad Loulou.

Le dessin de ce soleil sera copié pour en construire deux, un bleu qui sera placé au nord dans un puits de lumière et un jaune qui sera placé au sud dans ce même puits.





Ce soleil est isolé, recadré et les nouvelles couleurs sont recherchées.





Des biscuits 20 X 20 de faïence serviront de support :

- Ils sont blancs, il faudra donc prévoir un noircissement du trait de séparation des couleurs pour augmenter le contraste et donner plus de volume à l'ensemble.
- L'émail utilisé sera dilué car ils sont très poreux.
- Ils sont fins, ce qui facilite la cuisson.

Il existe aussi dans le commerce des carreaux biscuits de terre rouge, le trait de séparation restera donc rouge après cuisson. Ces carreaux peu poreux nécessitent un émail moins dilué et conviennent mieux pour le sol car ils sont plus épais ; ils demandent cependant plus d'énergie pour la cuisson avec une montée en température et un refroidissement plus lents.

Les carreaux normaux sont plus difficiles à utiliser en raison du risque d'éclatement à la cuisson. La montée en température doit être très lente ainsi que le refroidissement. L'onde d'éclatement d'un carreau sur une gazette entraîne souvent le bris de toute la gazette, et même du contenu du four.





Peu de difficultés pour cet exemple. Si l'émail passe outre la corde, il faut attendre qu'il soit sec pour la retouche des bavures avec un crayon de graphite bien pointu ; si nécessaire de l'émail est rajouté à la poire ou au pinceau réservoir.



L'ensemble est disposé dans des gazettes pour modèle 20 X 20 : chaque gazette peut contenir 10 éléments. Il existe aussi des gazettes pour des carreaux 10 X 10.

L'ensemble est disposé dans le four à mi-hauteur et de façon à ce que l'air puisse circuler librement. La cuisson ci-dessous est homogène ; elle ne contient que des carreaux.

Les biscuits de **faïence** utilisés ont une grande souplesse d'utilisation, la montée graduelle en température se fait en trois heures avec un palier à 980° de 30 mn et un refroidissement lent de 12 heures. En revanche ils éclatent lors d'une troisième cuisson. Les carreaux de **terre rouge** peuvent supporter une troisième cuisson à condition que la montée en température soit lente lors de la deuxième phase jusqu'à 700°; elle doit être suivie d'un refroidissement lent.





Pour gérer la montée en température, le four à gaz est équipé d'un détendeur réglable :

- Premier feu de 0° à 300°, porte entre-ouverte, pression 0,05 bars.
- Fermeture de la porte. C'est le moment le plus délicat car <u>il faut impérativement vérifier</u> <u>que la colonne d'air chaud dans la cheminée soit amorcée</u>. Si cette convexion n'est pas amorcée, les brûleurs s'éteignent par étouffement et le danger d'explosion apparaît. Pour faciliter cet amorçage il suffit tout simplement de claquer légèrement la porte du four ce qui chasse l'air dans la cheminée et amorce ainsi le tirage.
- Augmentation progressive de la pression de 0,05 bars jusqu'à 0,3 bars en fin de cuisson. On peut monter cette pression jusqu'à 0,5 bars lorsque le four est très chargé, il faut alors vérifier fréquemment le bon fonctionnement des quatre brûleurs en début de cuisson.
- Le palier final est obtenu en baissant progressivement la pression de 0 ,3 à 0,05 bars tout en conservant la température à 980°.
- Si un brûleur s'éteint, il faut le rallumer par l'évent situé à son pied ou par le système prévu par le constructeur.
- Si tous les brûleurs s'éteignent, le danger d'explosion apparaît. Il faut alors **fermer** l'arrivée de gaz, ouvrir le four, l'**aérer**, et **recommencer** la fournée. Les systèmes de coupure automatique du gaz sont efficaces mais pas totalement fiables. A titre d'exemple, sur plus de 2000 fournées, le four utilisé ne s'est éteint qu'une seule fois totalement, dû à un chargement mal réparti et trop important : il vaut mieux donc faire deux petites fournées qu'une grande. Vérifier fréquemment le bon fonctionnement des brûleurs ainsi que l'étanchéité de l'installation.
- Pour refroidir le four lentement, fermer la cheminée et les entrées d'air ; les évents situés en bas, au pied des brûleurs, restent ouverts.





Sortie de four des deux soleils et Pose du soleil



EXEMPLE 2 : tête de lit.



Dans ce dessin deux parties :

- Un fond de mosaïque Portugais dont l'original est de l'université de Coimbra.
- Deux frises copiées dans l'ensemble ci-dessous.



Composition murale du riad Loulou exécutée à la corde sèche.

Choix de la couleur : le motif original est photographié, la couleur de fond est choisie en fonction de la couleur des murs.



Motif original.



Couleur choisie.

Pour choisir la couleur d'émail correspondant à celle choisie sur papier, une palette est créée sur carrelage avec différentes combinaisons d'émail rouge et noir :

- Rouge seul.
- 16 parties de rouge et 1 partie de noir.
- 8 parties de rouge et 1 partie de noir.
- 4 parties de rouge et 1 partie de noir.
- La précédente combinaison avec une partie égale de blanc.

Les indications sont écrites sur le carrelage avec un crayon dont la mine contient des oxydes. Ce type de crayon ne peut pas être utilisé pour séparer deux zones d'émail sur le carrelage car il n'est pas gras.

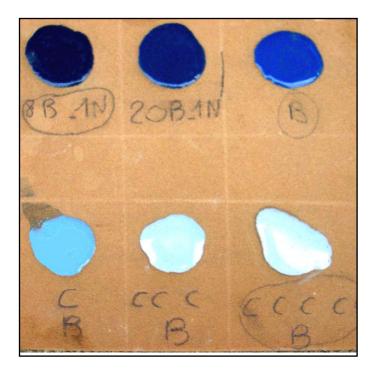
Le noir est une couleur forte, il faut l'utiliser en petites quantités.

La couleur de la deuxième case convient : 16 parties de rouge avec 1 partie de noir.

CONSTRUCTIONS

Constitution d'une palette de couleurs :

10) Rouge Vermillon 11) 1 rouge + 2 blands 1 rouge + 1 bland 1 rouge + 1 hour	
12) blen de Serres fancé 13) 1 ben + 2 blancs 1 blen + 1 blanc	B 3
14) 1 vert + 4 blanes 1 vert + 2 blanes 1 vert + 2 blanes	
1 Vert + 1 blanc 1 Vert + 4 blen 1 vert + 3 blen 1 vert + 2 blen 1 vert + 1 blen 1 vert - 4 blen 1 vert	

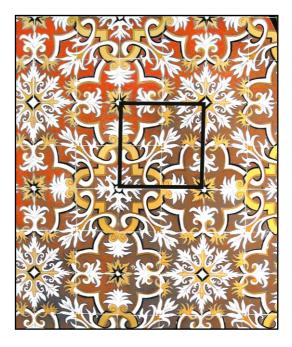


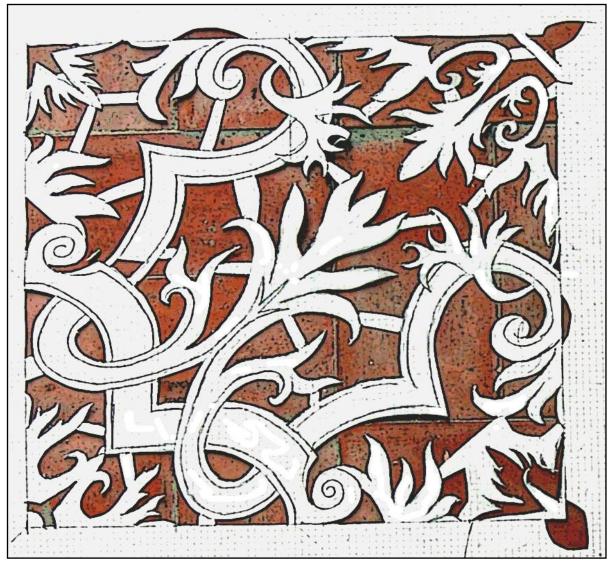
Les essais se font sur terre ou sur carrelage : une fiche est constituée pour chaque type d'essais de façon à pouvoir retrouver la même teinte qui peut varier d'un essai à l'autre selon la couleur du support ou la température de cuisson de l'émail.

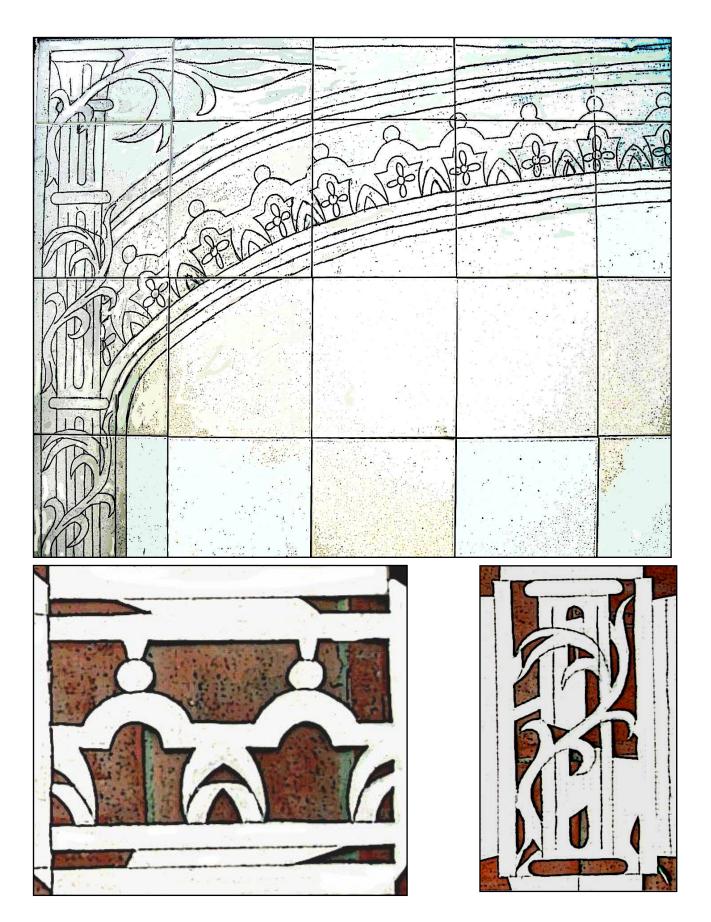
N = un volume de NOIRC = un volume de BLANCB = un volume de BLEU

Dans le cas des frises la recherche et la construction des gabarits sont simples ; pour le motif central, c'est le carré minimal qui donnera la forme du gabarit.

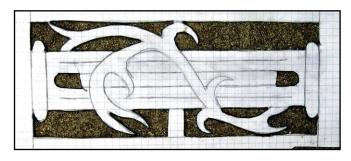
Carré minimal et gabarits nécessaires pour dessiner le motif central

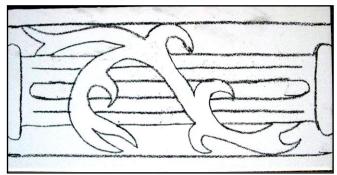






Gabarits nécessaires pour dessiner les frises.









L'émaillage.

L'ensemble s'émaille à la poire comme le soleil. Cependant, les ombres et les lumières donnent plus de volume aux torsades du feuillage qui enlacent les colonnes

- Une première couche d'émail sur le feuillage donne la couleur du fond : vert bleu
- La source d'éclairage donne la position des ombres.
- L'ombre est peinte en utilisant de l'émail noir avec un pinceau réservoir.
- Les lumières et les reflets sont peints avec le même type de pinceau, mais avec de l'émail blanc.

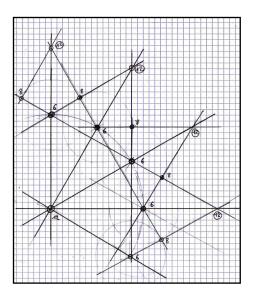
La cuisson:



Un exemple de cuisson mixte:

- au dessous, la terre des zelliges avant l'émaillage.
- Au dessus trois rangées de zelliges émaillés à cuire sur plaques d'alcorit.
- Derrière, deux gazettes de majoliques 20 X 20.
- Devant sur des plaques d'alcorit perforées, la cuisson de trois carreaux 10 X 10.

EXEMPLE 3 : motif de sol.



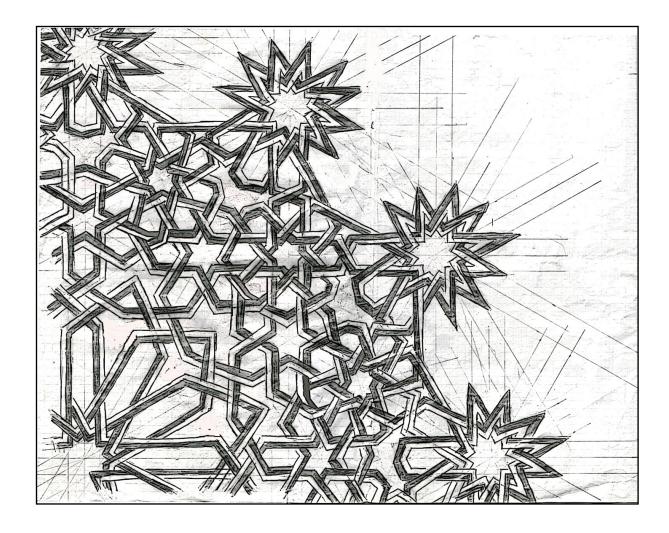
Dessin du motif:

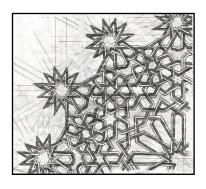
Choix d'une composition convergente originale :

- Une étoile centrale à 12 rayons.
- Une couronne de satellites d'étoiles à 6 rayons.
- L'intersection des rayons de cette étoile à 6 détermine le centre des satellites des étoiles à 8 et à 12.

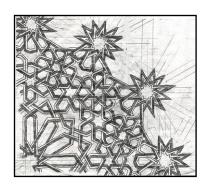
Ci-contre le schéma directeur de cette construction et au dessous le dessin terminé.

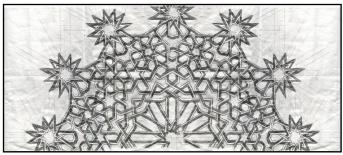
Le gabarit sera construit à partir de ce dessin.

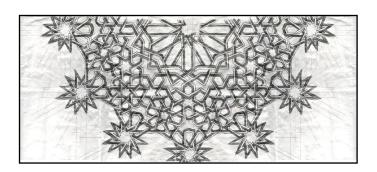




Le dessin précédent est scanné, le double est construit par symétrie ; le dessin et son double sont réunis pour former le demi motif.

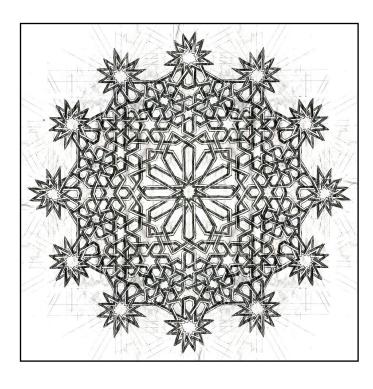


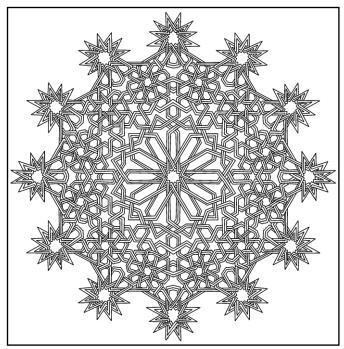


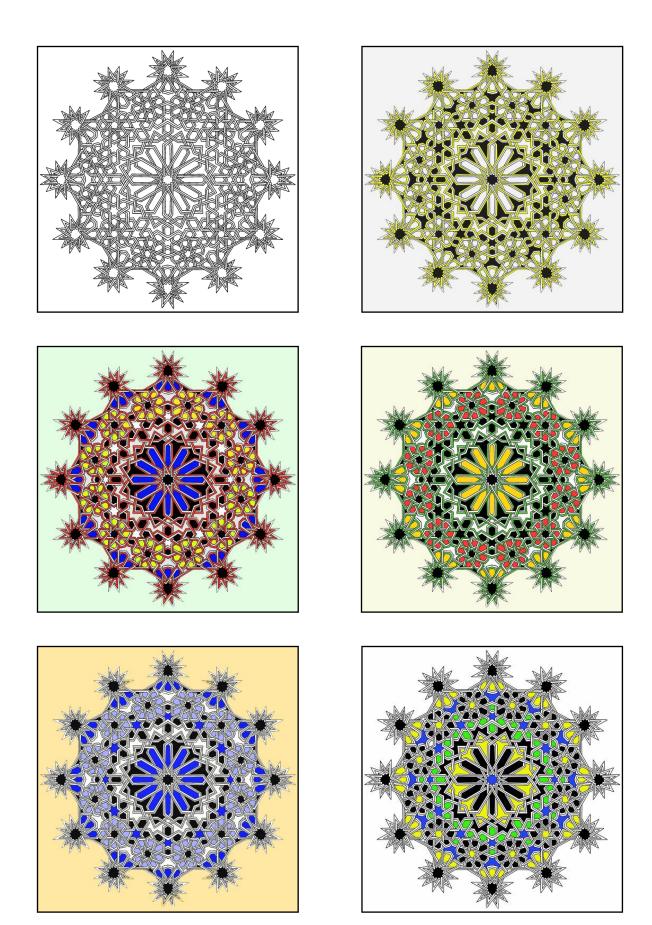


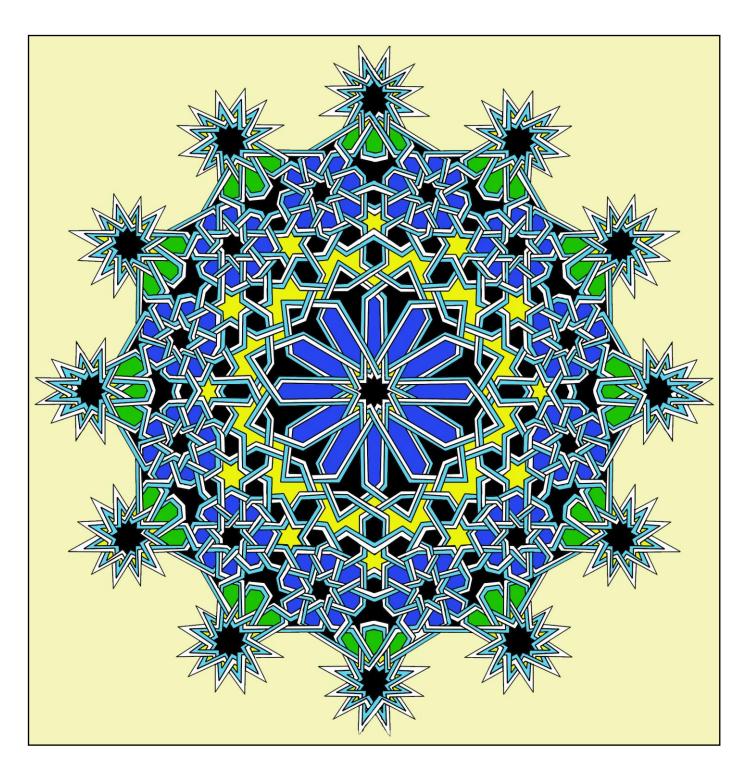
Ce demi-motif et son symétrique sont réunis pour former le dessin complet, les étoiles du haut et du bas seront terminées.

Il est ensuite simplifié pour pouvoir placer les couleurs et différents essais permettent de choisir les plus judicieuses.





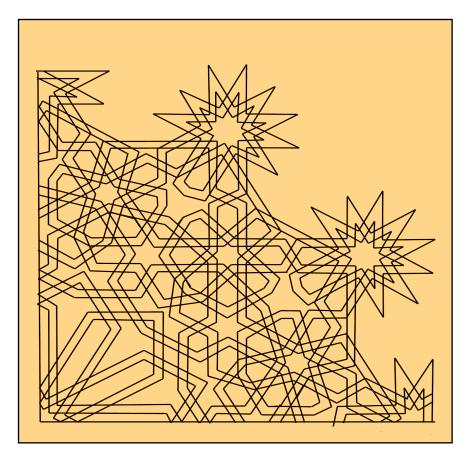


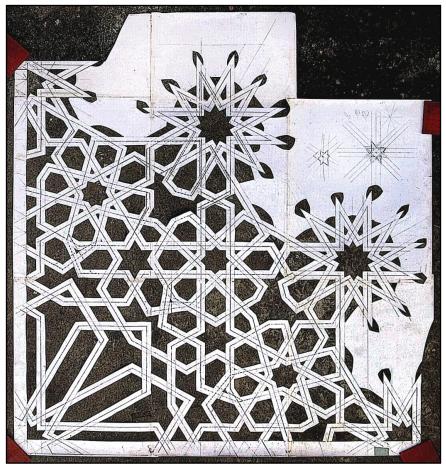


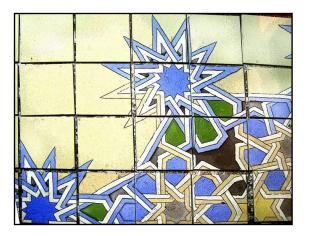
La feuille de cartoline sur laquelle a été dessiné un quart du motif grandeur nature est ajourée à l'emplacement des zones colorées.

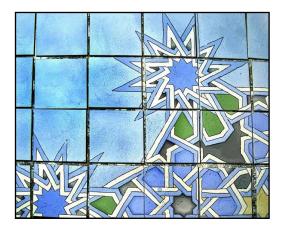
C'est tout un quart du motif, 64 carreaux, qui vont être dessinés et émaillés ; le four ne pouvant cuire que 40 carreaux, deux fournées de 32 carreaux par quart seront nécessaires.

Donc, au total, huit fournées de 32 carreaux pour l'ensemble.

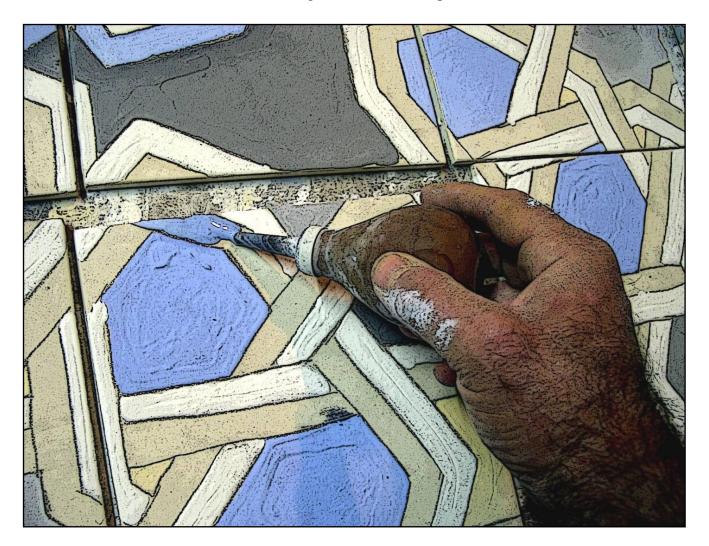








Emaillage des carreaux à la poire.



L'émail est tiré à la poire. Cependant, s'il passe outre la corde, ce débordement est réparé en grattant avec un crayon graphite HB et en reconstituant cette corde. Ces retouches se font avant la mise en gazettes, quand l'émail est sec.

Avec la fournée de trois gazettes : une montée en température en trois heures à 980° suffira avec un palier final de 30 mn.

Deux sondes pyrotechniques indiquent la température du four. Les sondes sont des thermocouples qui fournissent un courant *continu* proportionnel à la chaleur. Il est possible de remplacer l'ampèremètre de sonde par un milliampèremètre quelconque qu'il suffit alors d'étalonner en degrés ; cela marche très bien et c'est moins coûteux.



Position des deux sondes pyrotechniques dans le four.



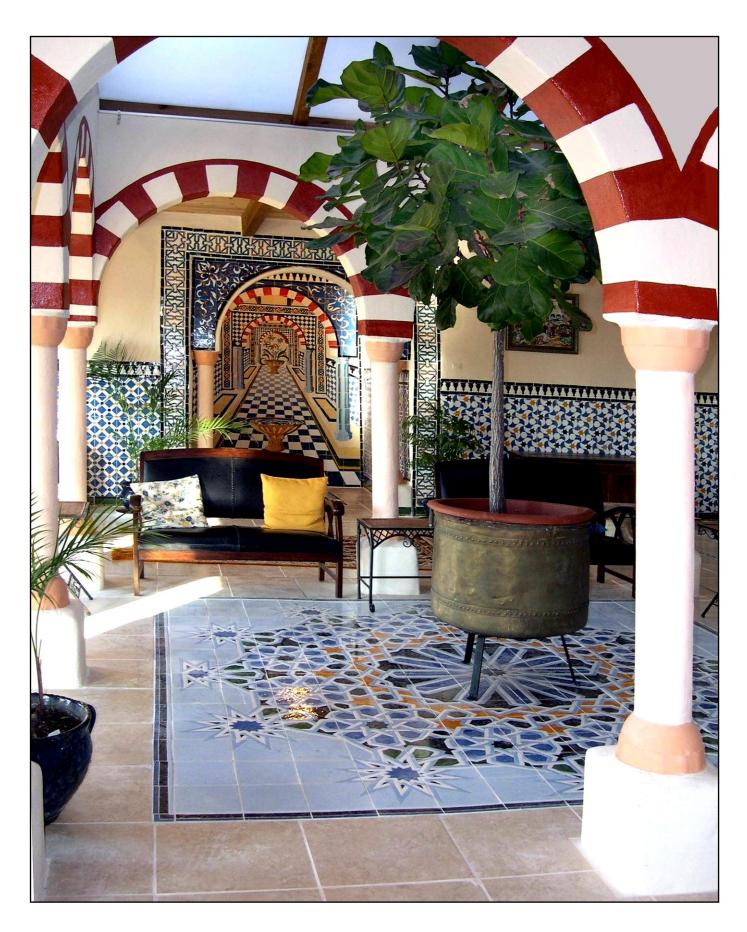
Les plaques d'alcorit sont des plaques réfractaires perforées qui servent de support aux pièces destinées à la cuisson. Elles sont légères, laissent circuler les gaz chauds dans le four et ne collent pas lorsque par inadvertance l'émail coule ; cependant, elles sont très fragiles.

Ces plaques, comme les gazettes peuvent endurer plusieurs centaines de fournées sans perdre leurs qualités.



Les carreaux sont posés au ciment sans joints. La frise tout autour sera construite à la mesure de l'espace restant sur les bords.



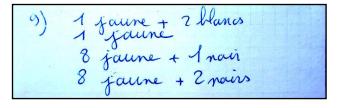


Motif de sol en place. Riad Loulou.

Le jeu d'ombre et de lumière donnera du volume à l'ensemble : c'est la position de la source lumineuse qui déterminera, pour chaque élément, les différentes zones d'éclairage:

- Une zone de fond de la couleur de l'élément.
- Une zone sombre située à l'opposé de la lumière. Cette zone sombre peut être divisée en plusieurs parties, chacune d'elles dégradée dans les mêmes tons du motif.
- Une zone claire correspondant aux lumières et située du côté de la source lumineuse.
- Les reflets, de la couleur de la source lumineuse, sont placés en fonction du volume.





Exemple de dégradés pour le jaune avec sa fiche.



Exemple de dégradé pour le bleu.

N = un volume de NOIR

 $C = un \ volume \ de \ BLANC$

B = UN volume de BLEU

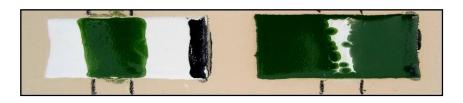
Les zones d'ombre ou de lumière importantes sont émaillées à la poire ainsi que les zones de fond de couleur différentes.

Pour préserver ces effets, les émaux ne doivent pas se mélanger : un émail lourd au plomb est déposé en couche de fond et un plus léger au-dessus afin qu'il flotte sur l'émail lourd. Sinon il disparaîtra.



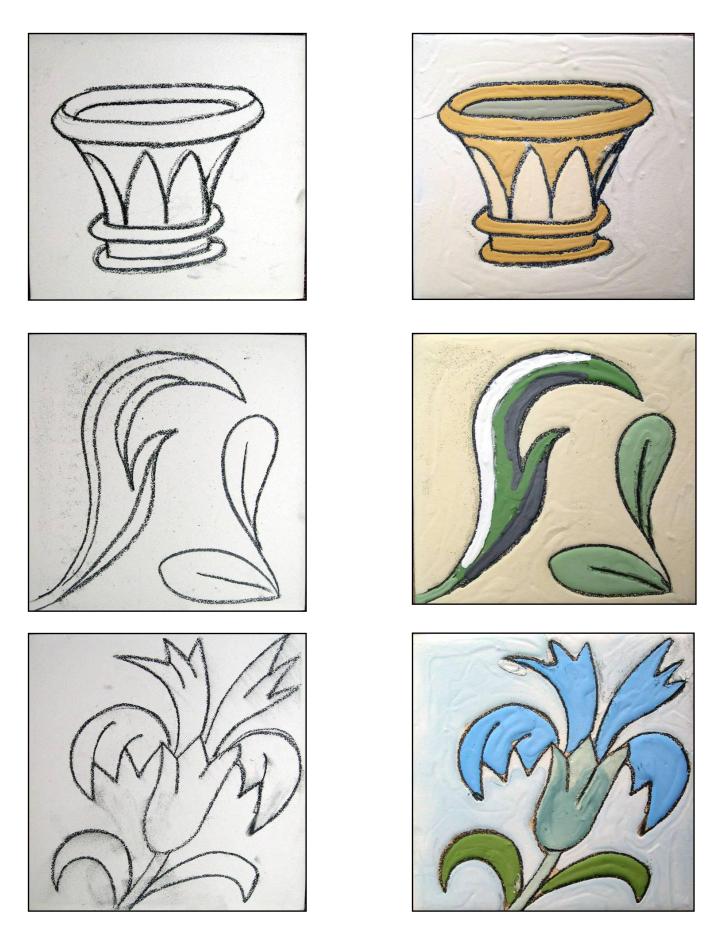
Palette non cuite

Sur le témoin de gauche, les composants de l'émail blanc de sous-couche sont plus lourds que ceux du vert et du noir : le vert et le noir sont restés dessus après la cuisson. Sur l'autre témoin, l'émail blanc plus lourd disparaît sous le vert de sous-couche plus léger et le noir plus lourd disparaît.



Palette cuite

L'émail étant vendu au kilogramme, il est facile de déterminer au volume de poudre sa densité.



La corde est tracée au crayon graphite.













Ombres.

Les ombres et les lumières sont étalées au pinceau.

Lumières.







L'assemblage de ces différents éléments permet de construire le tableau.

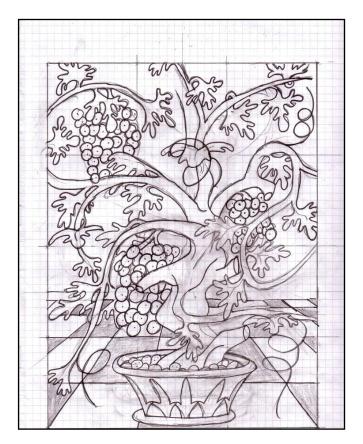
Il peut être soit polychrome, soit monochrome dans des tons de bleu, comme dans les azulejos Portugais.

- Préparation des biscuits. Prévoir la place de la frise.
- Dessin du motif et de la frise : gabarit sur papier reproduit sur carreaux.
- Emaillage du dessin : pose de la couche de fond.
- Emaillage des ombres en un ou deux passages au pinceau réservoir.
- Emaillage des lumières en un ou deux passages.
- Emaillage des reflets de la même couleur que la lumière.
- Nettoyage, mise en gazettes, et cuisson.

Dans la mesure du possible et selon la taille du sujet, il est préférable de cuire l'ensemble en une seule fois pour éviter les changements de couleur d'une fournée sur l'autre.

A noter que plus la montée en température est rapide, plus le palier doit être long pour uniformiser la température de l'ensemble.

Motif final.



Sund of the sund o

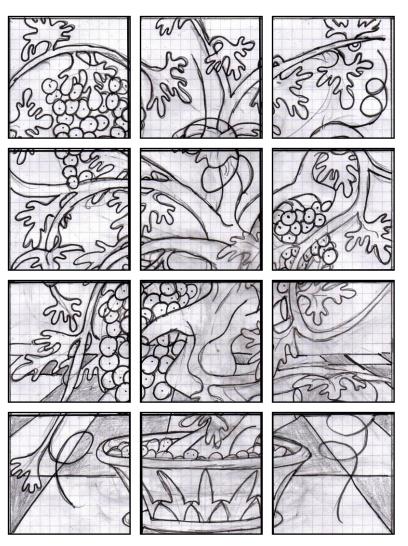
Dessin du motif sur papier, format A4:

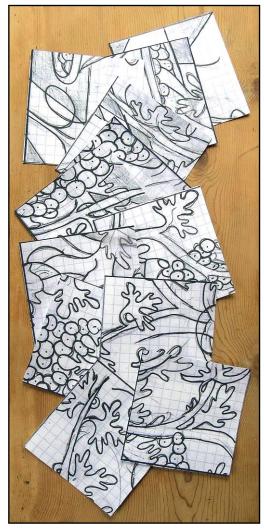
A partir du dessin format A4 et pour permettre la reproduction sur carrelage la transformation s'effectue en gardant les mêmes proportions.

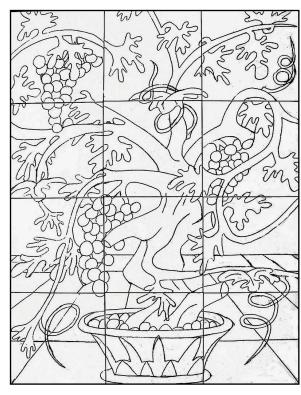
- Le dessin source est scanné.
- Les proportions sont changées pour que la surface du carrelage corresponde à celle du dessin, sinon une découpe du biscuit sera nécessaire.
- Chaque partie du dessin correspondant à un carreau est enregistrée.
- Chaque dessin de carreau est imprimé à la taille exacte du carreau.

Il suffit, par découpage, de le reproduire sur le biscuit correspondant.

Dans ce cas-là, les proportions ont été prévues au départ : 3 carreaux en largeur et 4 en hauteur.





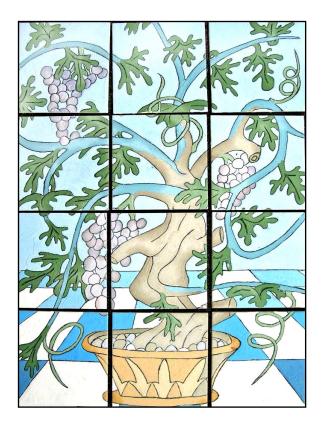


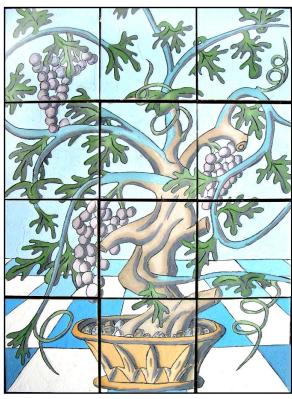
Impression, découpage et dessin du motif sur carreau :

Le dessin de chaque carreau est imprimé à sa taille exacte et le tracé est reproduit fidèlement par découpage pour éviter tout gommage qui nuirait à l'étalement de l'émail sur la surface.

•

Couche de fond ; émaillage des ombres et des lumières.





Couche de fond.



Ombres



Lumières.

Cuisson terminée.

Retouche des erreurs d'émaillage :



Lorsque l'émail est étalé à la poire sur une surface, de nombreux accidents peuvent arriver involontairement :

- Soit il dépasse la corde et s'étale dans la zone adjacente.
- Si cette zone est déjà peinte, la couche s'étale sur la couche déjà existante.
- Une fuite non contrôlée de la poire se répand sur une étendue où elle ne devrait pas être.
- Une erreur de couleur s'est glissée sur une surface et nécessite son nettoyage.

Dans tous ces cas il faut retoucher.



Quand l'émail est bien sec, il est pulvérulent et s'élimine plus facilement par grattage.

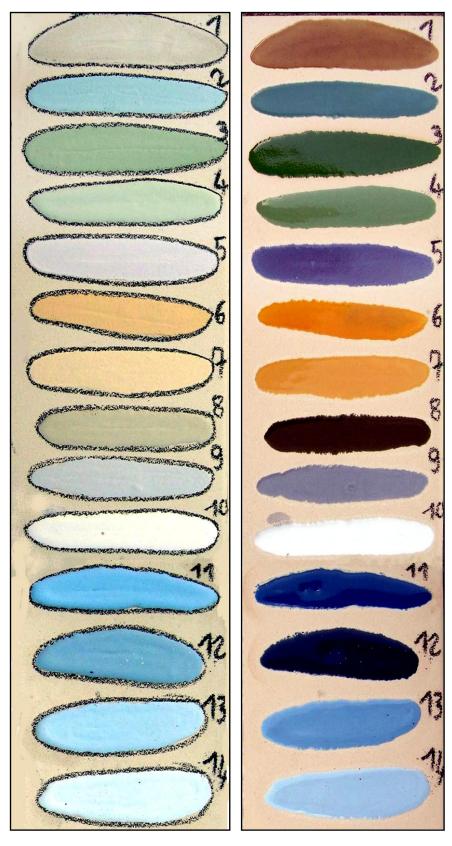
Avec un crayon graphite bien affûté, enlever l'excès d'émail et refaire la corde.

Pour les superpositions, un léger grattage permet d'éliminer la surcouche.

S'il manque de l'émail après grattage, la retouche peut s'effectuer soit avec un pinceau pour les petites surfaces, soit à la poire pour de plus grandes.

Le nez du cutter convient parfaitement pour nettoyer les grandes surfaces, même quand la couche n'est pas encore sèche.

Cuisson du motif (trois heures avec palier d'une demi-heure) .Voici la palette qui a servie pour émailler le motif :



V = Vert B = Bleu BC = Blanc R = Rouge J = Jaune N = Noir

1) Brun.

Vert bleu: 1V + 4B +

1BC

Vert.

Vert clair: 1V + 2BC

Bleu raisin: 1R + 1B + 1BC

Jaune.

Jaune clair : 1J + 2BC

Noir.

 $Gris: \\ 20BC + 1N$

Blanc.

Bleu.

Bleu foncé : 8B + 1N

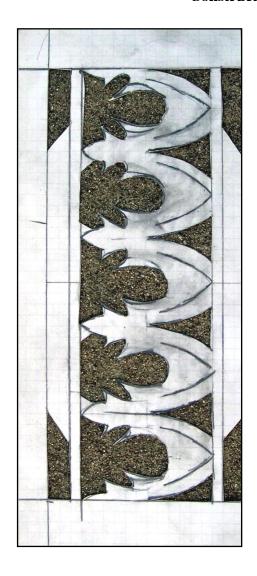
Bleu ciel : 1B + 2BC

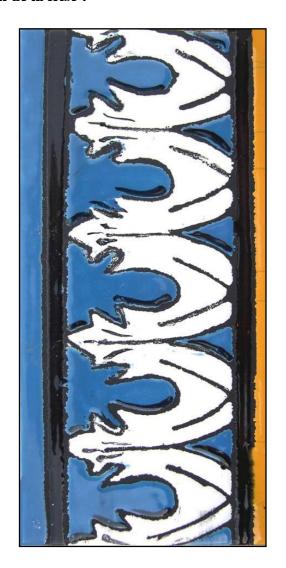
Palette non cuite

Palette cuite.

Composition des couleurs

Construction de la frise :





Gabarit de frise.



Gabarit de coin de frise.



Motif terminé avec sa frise :





Tête de lits de type azulejos portugais. Riad Loulou.

Chaque lit est surmonté d'un motif floral lui-même entouré d'une frise type liane. Le dessin original des carreaux provient du château de Tomar au Portugal.



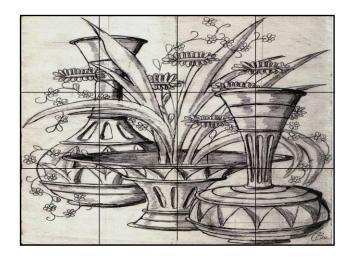


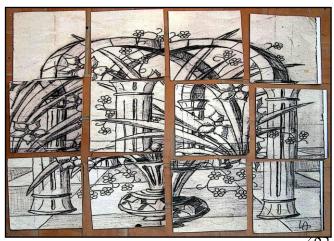


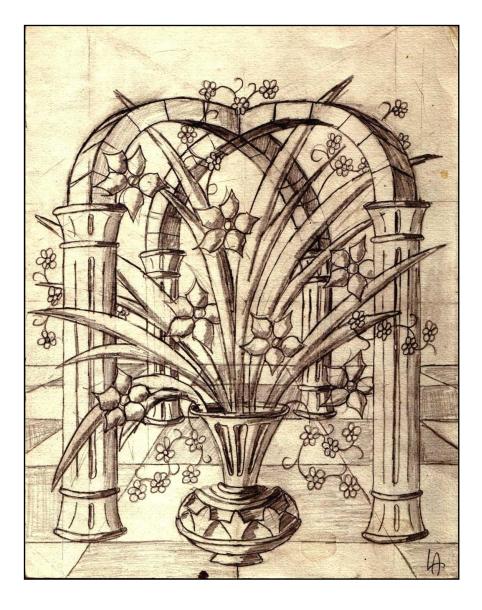


L'original est sur papier au format A4. Le dessin but est formé de douze carreaux : quatre horizontaux et trois verticaux avec un changement de proportions : le dessin, vertical au départ, devient horizontal à l'arrivée.

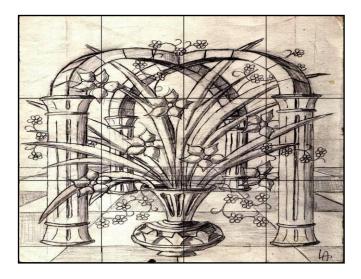
Le dessin mis aux proportions voulues, et fractionné en 12 parties pour faire apparaître les carreaux.

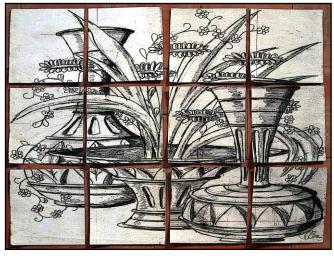






Dessin source et dessin but du second motif avec l'impression des différentes copies.



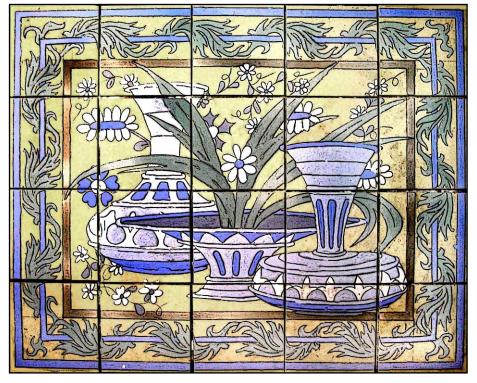




La frise du tableau construite avec un gabarit déjà utilisé sera incluse dans les carreaux.

Les carreaux, présentés à l'intérieur de la frise, seront copiés à leur place par découpage.

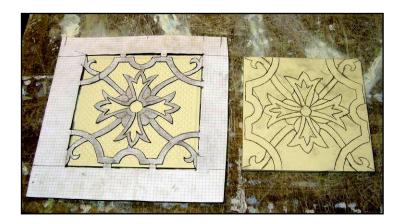




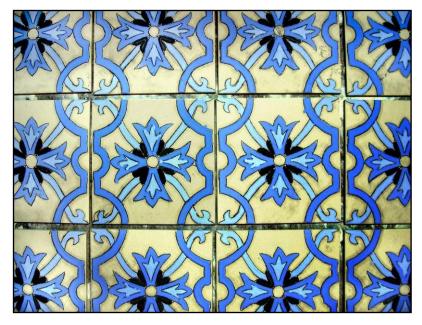
Après les couches de fond en différents tons de bleu, il ne reste plus qu'à peindre les ombres en noir et les lumières en blanc.

La couche d'arrièreplan bleu-ciel clair sera déposée en dernier après la première retouche. La seconde aura lieu lors du rangement dans les gazettes de cuisson.

Fabrication des carreaux portugais avec leur gabarit :













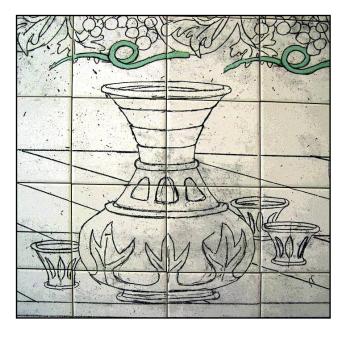
Paillasse de cuisine et table de cuisine. Riad Loulou.











Dessin sur carrelage.



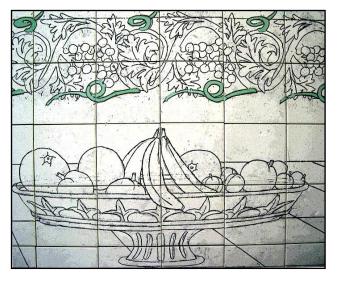
Cuisson terminée.



Email prêt à être cuit.



Cuisson terminée.



Dessin sur faïence 10x10.

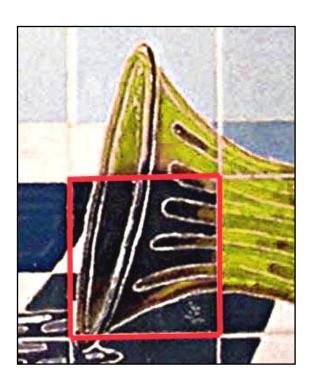


Cuisson terminée

La cuisson se fait soit sur gazette soit sur étagères.

- Sur deux gazettes on peut placer 50 carreaux.
- Sur l'ensemble des étagères 65. Pour cuire le motif de 270 carreaux 10 X 10, il a donc fallu cinq fournées.

Le bas du four n'est pas utilisé car la température y est trop basse; le chargement ne se fait pas jusqu'en haut car la température y est trop élevée : la couleur jaune est très sensible aux écarts de température et vire au brun avec un excès de chaleur.



La couleur jaune du carreau cidessus (entouré de rouge) a viré au brun à cause d'une température trop élevée.

L'air chaud doit pouvoir circuler facilement et sans aucune gêne de haut en bas pour égaliser la température et éviter ce genre de problème.

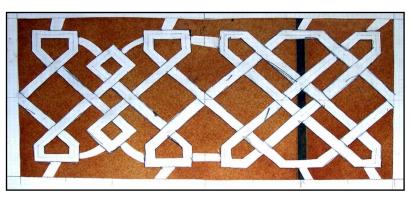




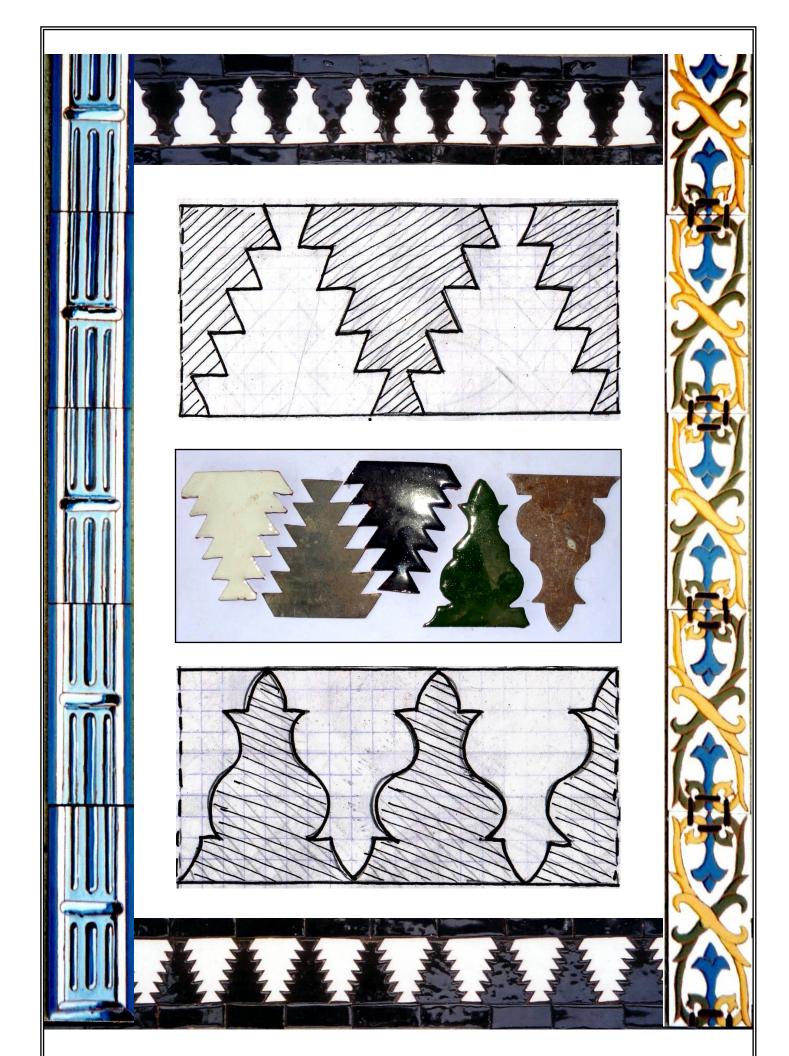
Les frises :

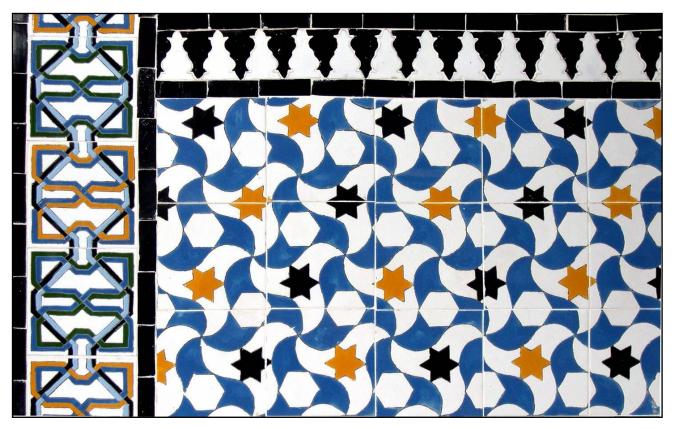


Riad Loulou



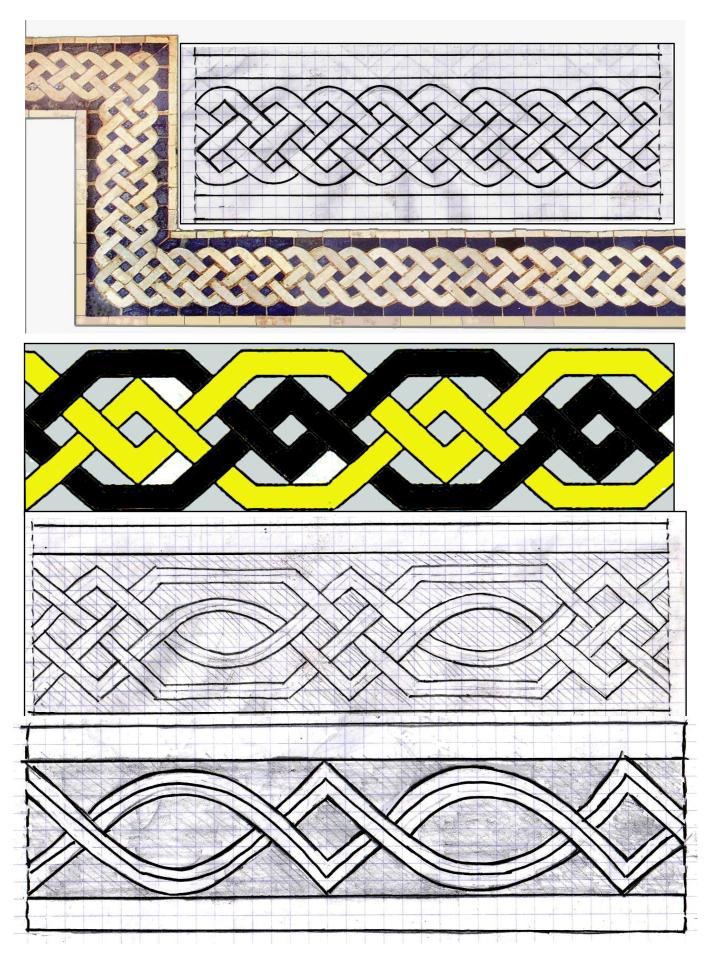


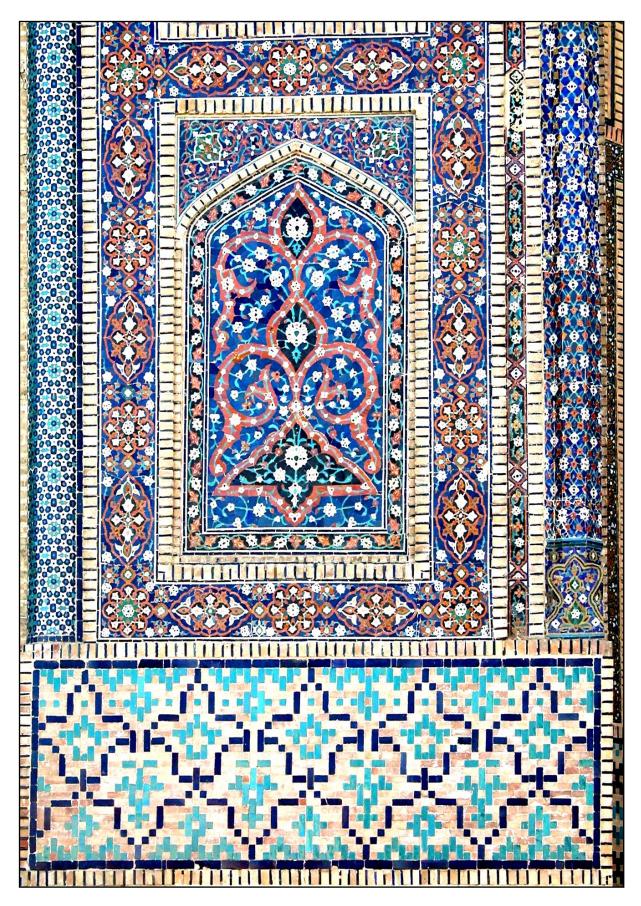




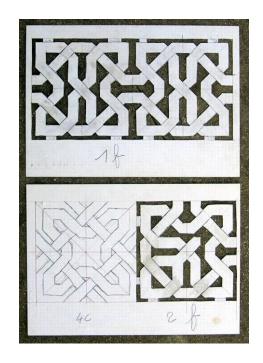


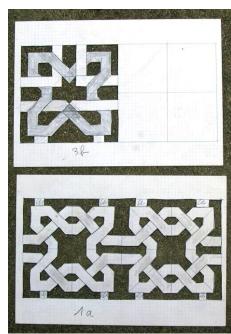


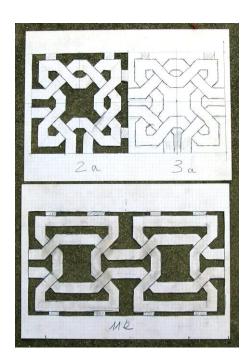




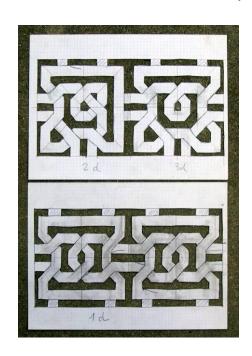
Frises du pistach de la médersa Mir-I-Arab à Boukhara.

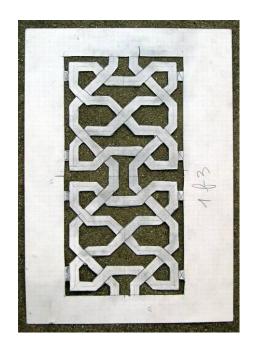


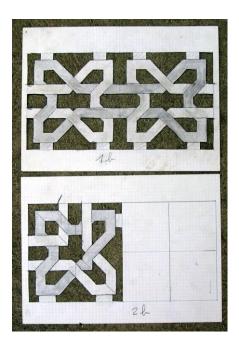


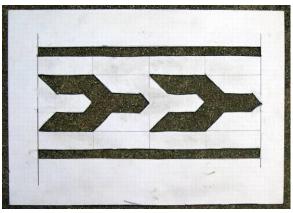


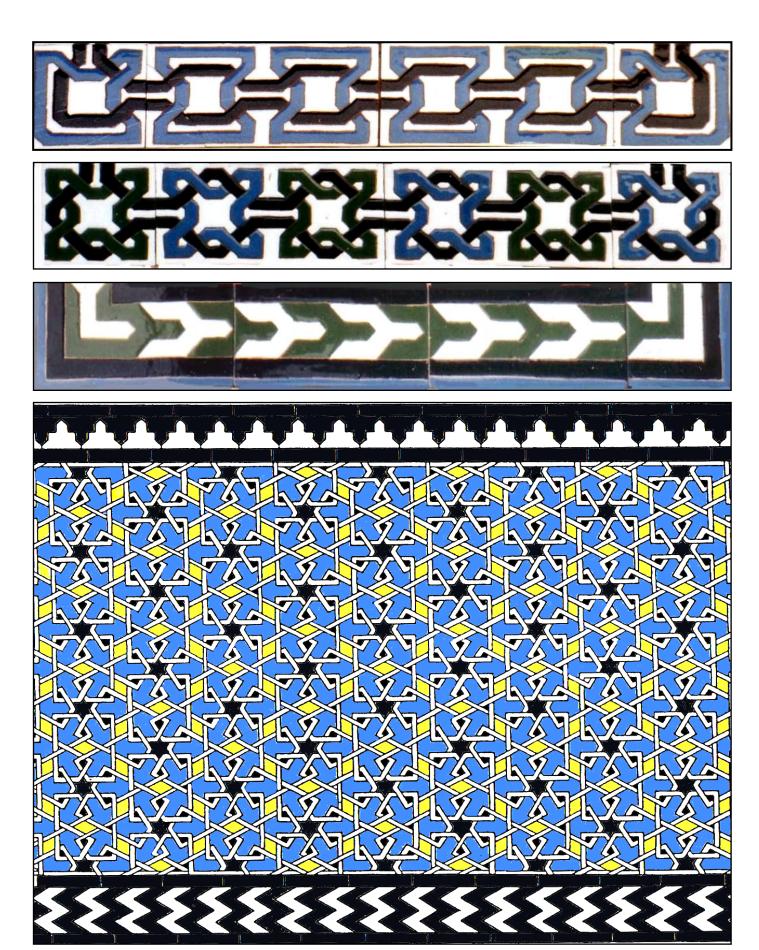
Gabarits ayant servi à tracer différentes frises de la page précédente.













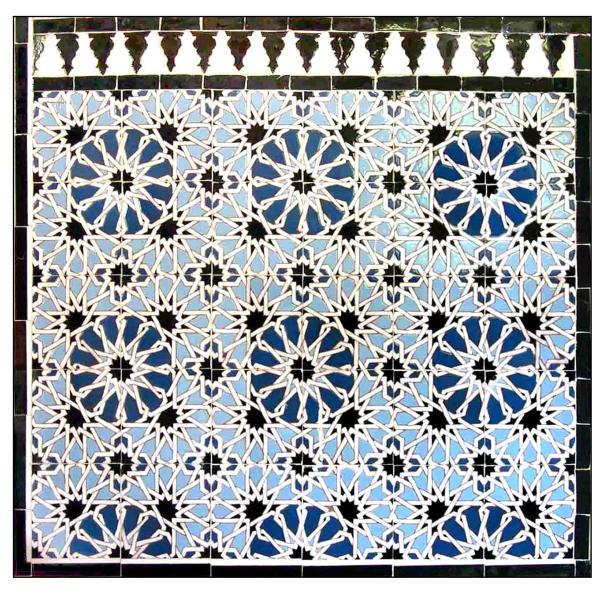
Pietra dura sur marbre du mausolée d'Itimad-ud-Daulah à Agra.

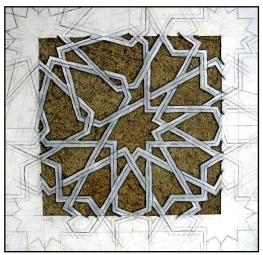


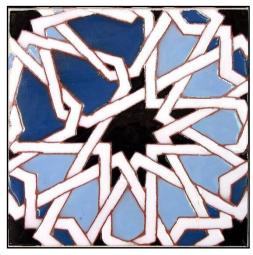
Frise de pietra dura du Taj Mahal.

MOTIFS RÉPÉTITIFS : Symétrie d'ordre 4.

Tous les carreaux sont identiques, un seul gabarit est nécessaire pour construire le pavage.



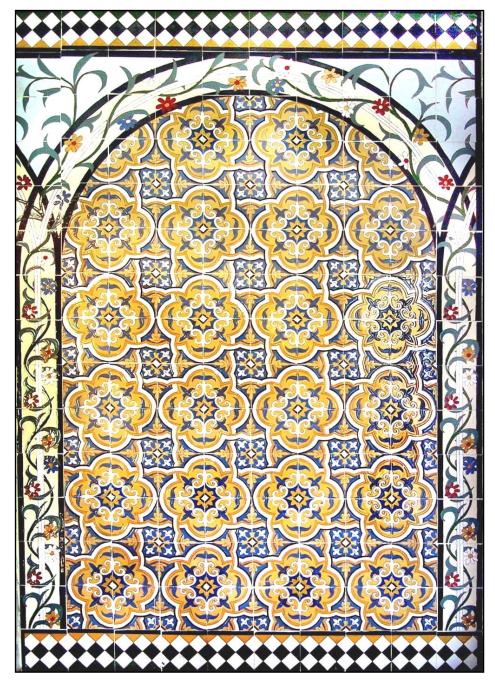






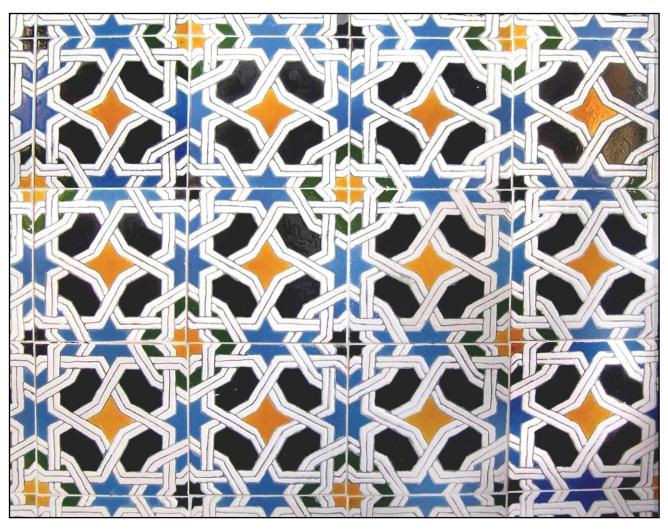


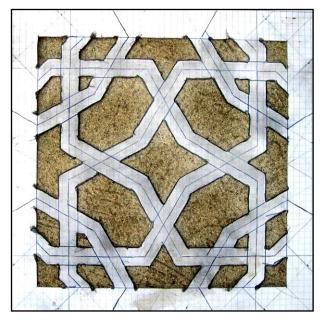








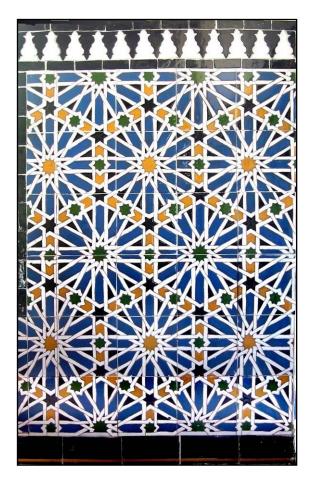


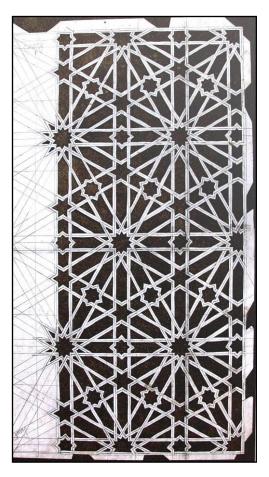




MOTIFS RÉPÉTITIFS. Symétries d'ordre 6 :

Les carreaux sont tous différents ; le dessin est obtenu en faisant glisser le gabarit par translation sur l'ensemble des carreaux.

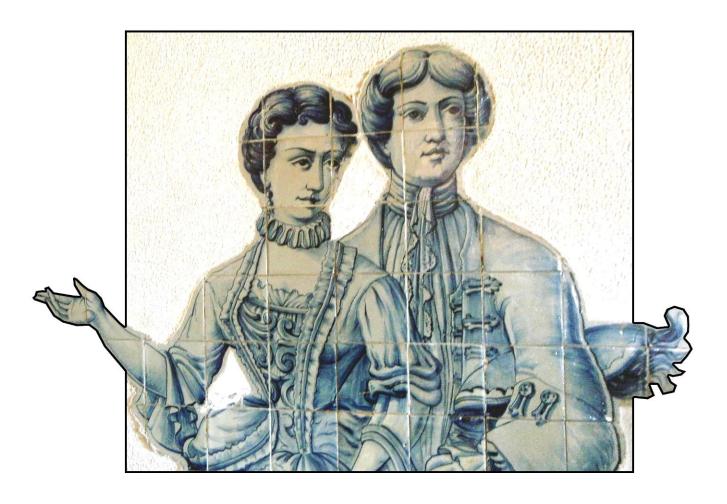








Annexes:



Annexe 1 : les mouqarnas.

Annexe 2 : architecture et décoration.

Annexe 3 : dessin de voûte.

Annexe 4: construction d'un four.

Annexe 5: utilisation d'un ordinateur.

ANNEXE I: les mougarnas.



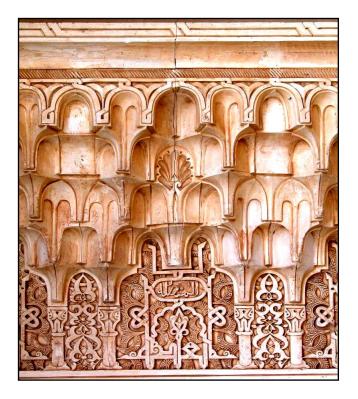
Trompe d'angle du Xème siècle en brique cuite du mausolée Sâmâni à Boukhara.

Les trompes d'angle sont un procédé architectural qui permet la liaison entre les murs carrés d'un édifice avec la base circulaire de la coupole ou de son tambour. Plusieurs étages de trompes peuvent être utilisés : le premier étage transforme le carré en un octogone, le deuxième étage transforme l'octogone en un polygone à seize côtés ...etc.

Les mouquarnas, qui faisaient partie intégrante à l'origine du procédé de soutien de la base de la coupole, ont servi ensuite de décoration. Les premiers exemples se trouvent dans la Perse Achéménide de Cyrus le Grand avant l'ère islamique; l'évolution s'est effectuée de différentes manières selon la zone géographique. On distingue les mouqarnas modulaires andalouses en bois ou en stuc, surtout décoratives, et les mouqarnas persanes plus imposantes et ayant souvent conservé leur rôle de soutien architectural.



Enchevêtrement des trompes d'angles du mihrab de la mosquée de Cordoue.



Les différentes pièces de stuc sont reconnaissables sur cette frise du palais Nasride de l'Alhambra.

Mouqarnas de style andalou.



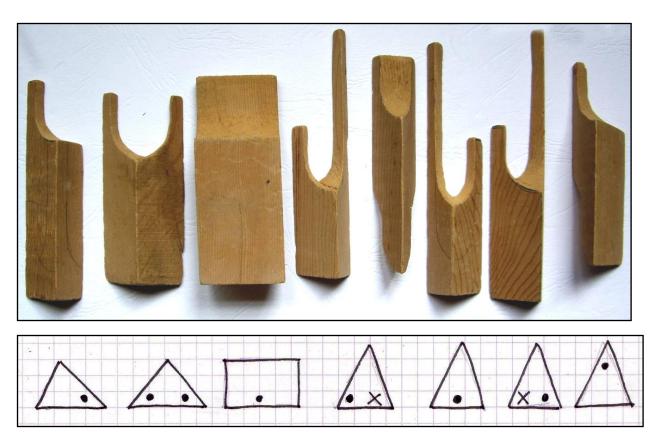
Cour des lions à l'Alhambra.

Les mouqarnas de style andalou sont constitués par une série de différentes pièces assemblées les unes aux autres par du plâtre lorsqu'elles sont en stuc ou clouées pour celles de bois. Des panneaux travaillés encadrent l'ensemble.

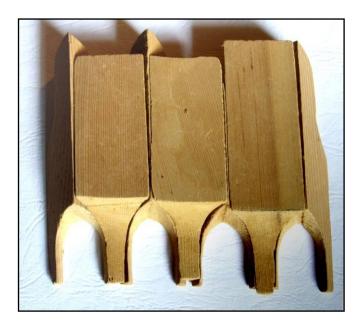




Frise au palais de la Bahia à Marrakech.

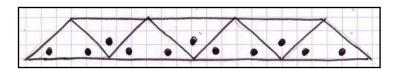


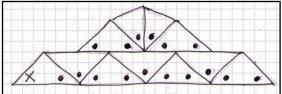
Pièces de bois utilisées pour la confection des mouqarnas de type andalou.





Confection d'une frise de mouqarnas avec les pièces précédentes.

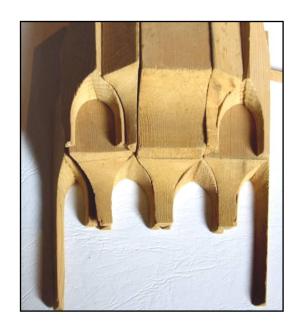




Plans utilisant la construction de J. M. Casteras correspondant à la frise du dessus.

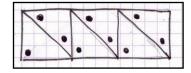




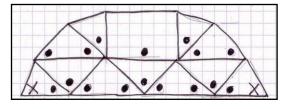


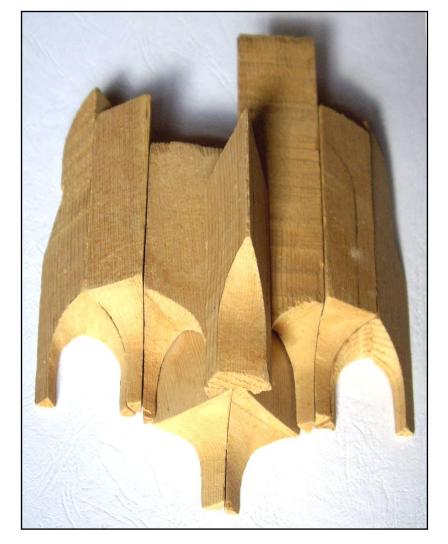
Autre type de frise.

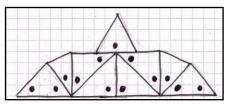


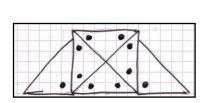


Autre plans.

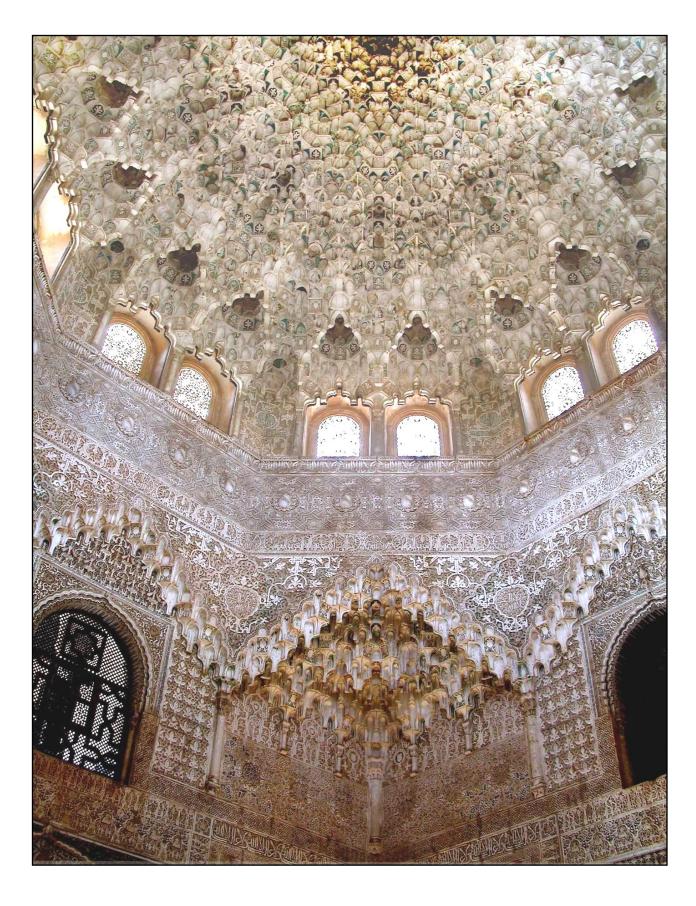






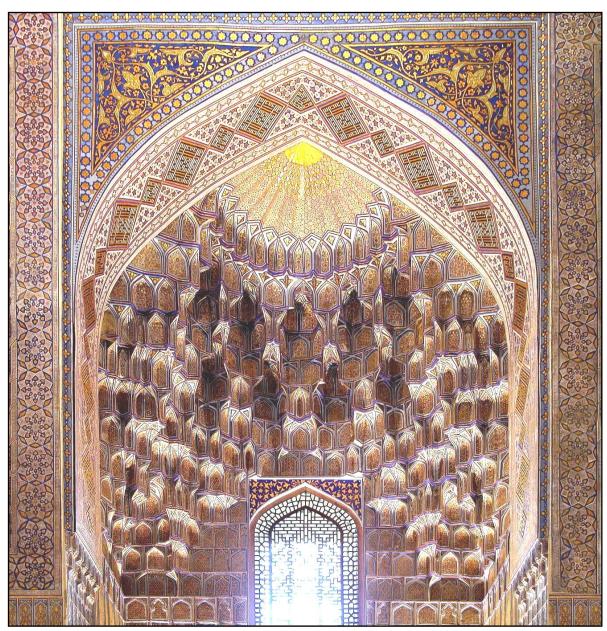


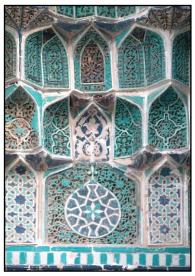




Enchevêtrement complexe de mouqarnas de stuc de la coupole de la salle des Abencerages de L'Alhambra de Grenade. Style seulement décoratif.

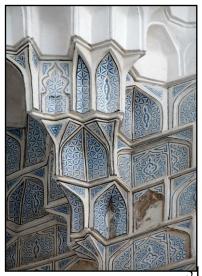
Mouqarnas de style persan





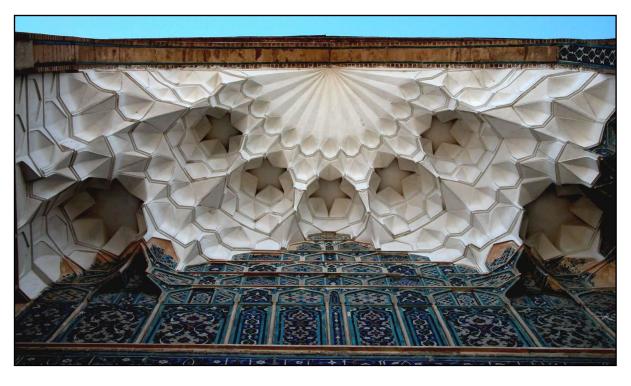
Niche ornée demouqarnas décorés de papier mâché au Gour Emir de Samarcande.

Mouqarnas d'ornement de style persan à Shah-I-Zinda à Samarcande.

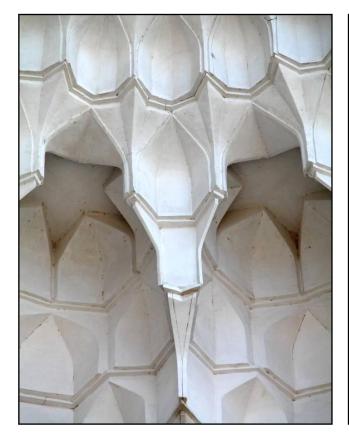




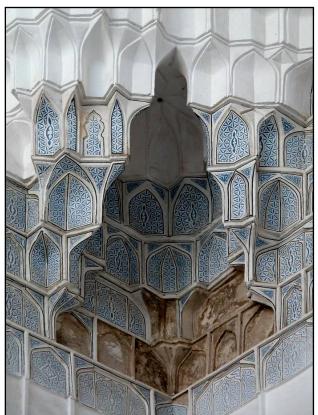
La décoration de la voûte d'iwan de la mosquée Tilla Kari à Samarcande est constituée d'éléments assemblés ayant un rôle de soutien architectural pour la demi-coupole.

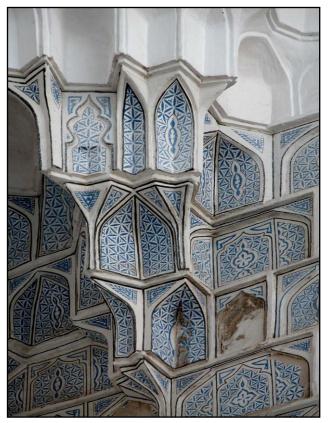


Mouqarnas de type modulaire au Gour Emir de Samarcande.









Décorations des niches au Gour Emir en haut et de Shah-I-Zinda, en bas formées d'un assemblage d'éléments.

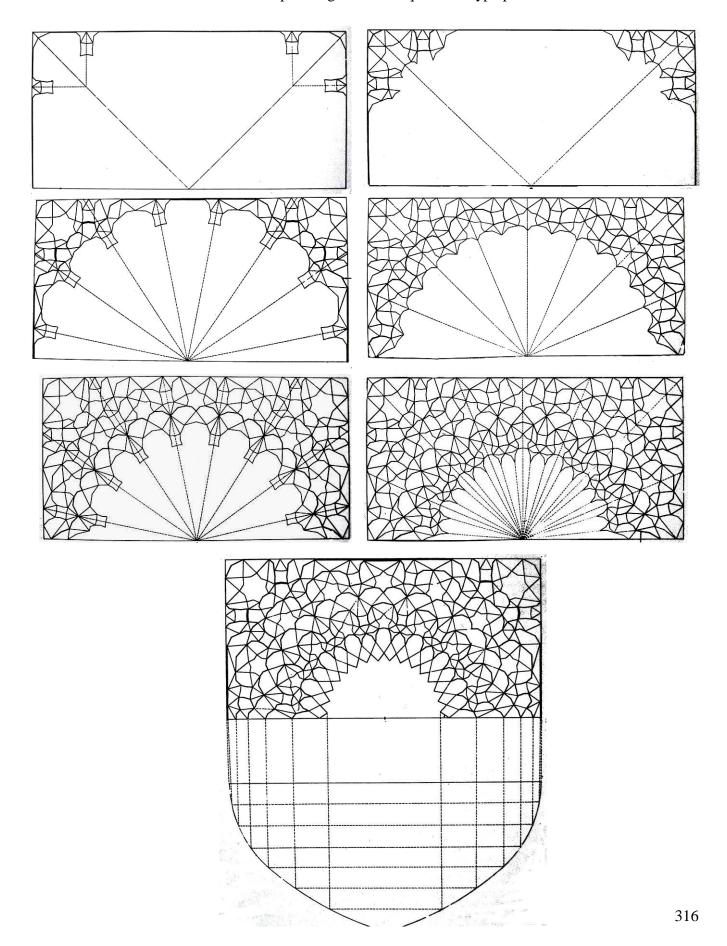


Les éléments disposés en vrac ci-dessous serviront pour la restauration de la coupole du mausolée de Bibi Kanun à Samarcande.

Ces éléments sont soutenus, lors de leur pose, par tout un échafaudage de tringles s'appuyant sur les briques des parois. Ces tringles sont inutiles lorsque la coupole est terminée, les forces s'équilibrant entre elles.

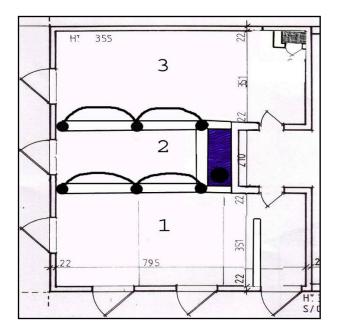


Plan de construction par étages des mouqarnas de type persan:



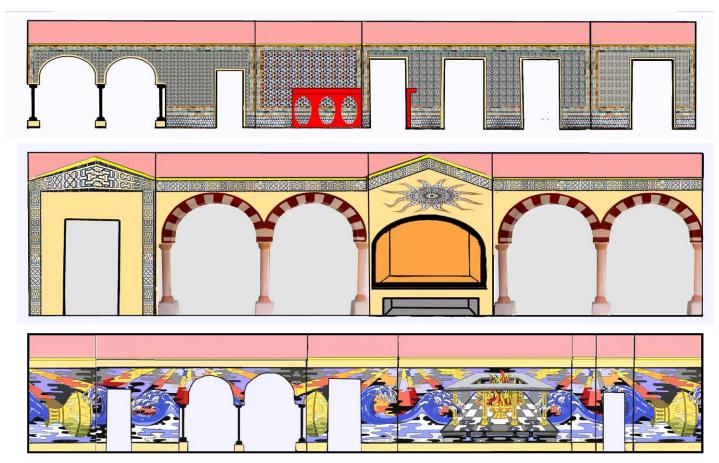
ANNEXE II : aménagement et décoration :

Aménagement d'un espace de neuf mètres sur dix ; division en trois pièces séparées par deux rangées d'arcades.



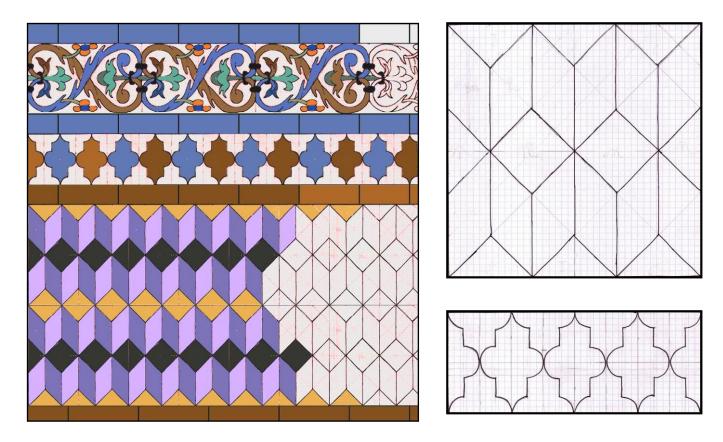
Le faux plafond de la pièce du milieu sera plus haut et aura deux pentes ; une cheminée occupera tout le mur du fond de cette même pièce.

Chacune de ces trois pièces aura un style différent.

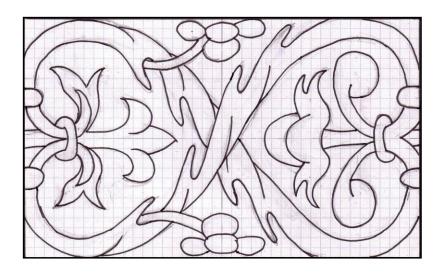


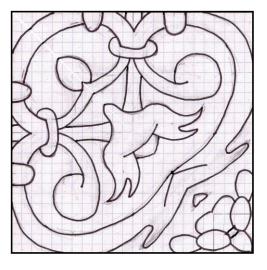
Pièce de style sévillan :

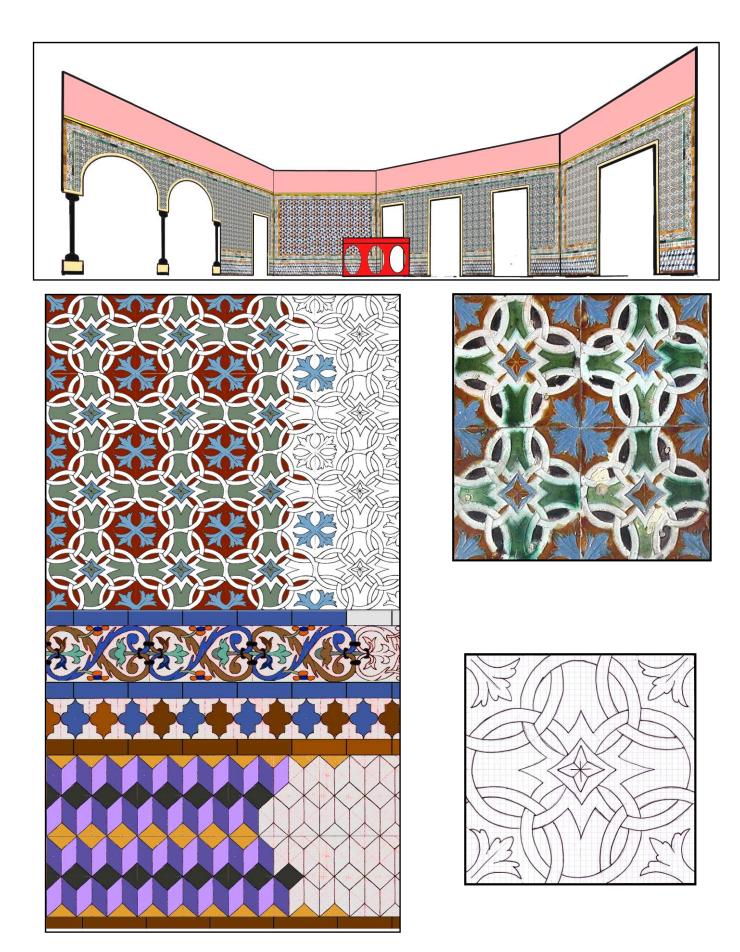
Le dessin et la disposition des mosaïques sont inspirés des panneaux de la Casa Pilatos à Séville.



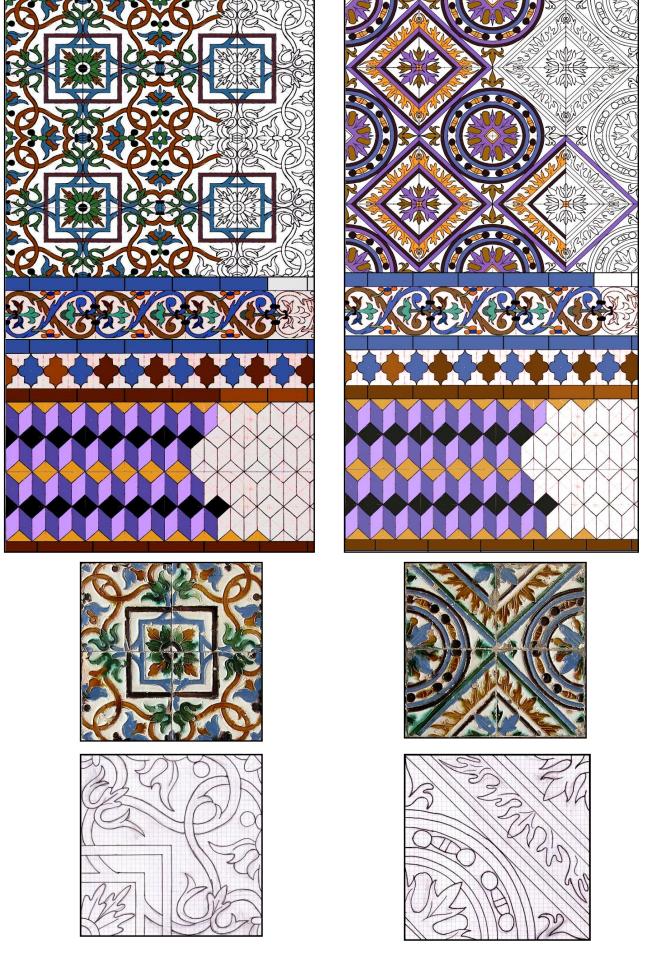
Les originaux de ces céramiques sont exécutés à la **cuerda seca endida** sur carreaux ; pour tailler l'argile, un seul emporte-pièce est nécessaire pour chaque type de motif. Les céramiques seront exécutées à la **corde sèche**.



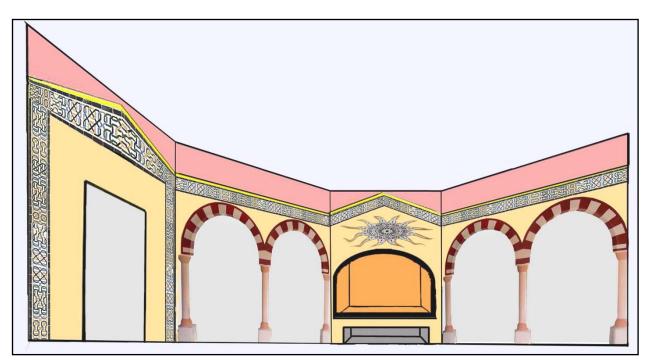


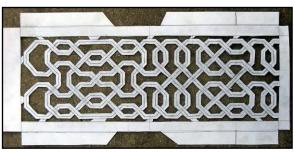


Chaque mur est prévu avec un motif différent ; les frises assurent l'unité de l'ensemble.

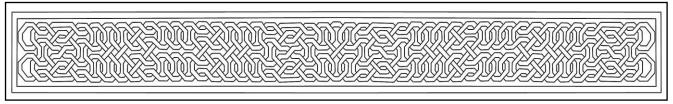


Pièce de style andalou :









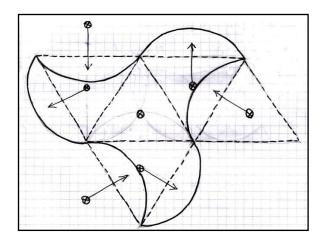
Cette pièce comporte une frise formée d'entrelacs colorés qui suit la partie haute des murs. Elle est déformée pour donner un effet de perspective et donner plus de volume.

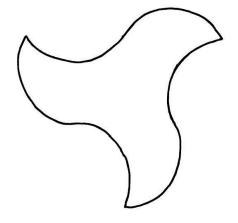
Les arcades qui bordent cette pièce sont identiques à celle du salon principal.

Sur le manteau de la cheminée, trône un soleil aplati et déformé pour donner l'aspect des flammes. Un procédé informatique, présenté au paragraphe suivant, permet de dessiner et de produire ces déformations. Pour dessiner ce motif sur mosaïque, chaque gabarit est imprimé à l'échelle 1 et reproduit par découpage sur chaque carreau.

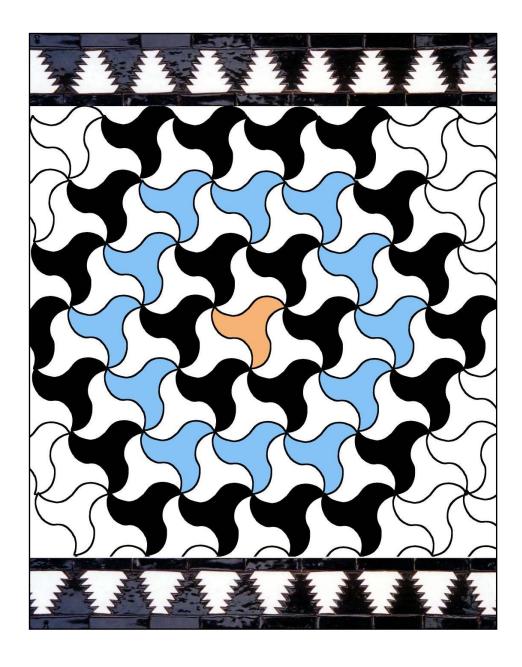
Dans les pages suivantes, chaque modèle est présenté avec son gabarit non découpé et sortant de l'imprimante à l'échelle exacte du biscuit.

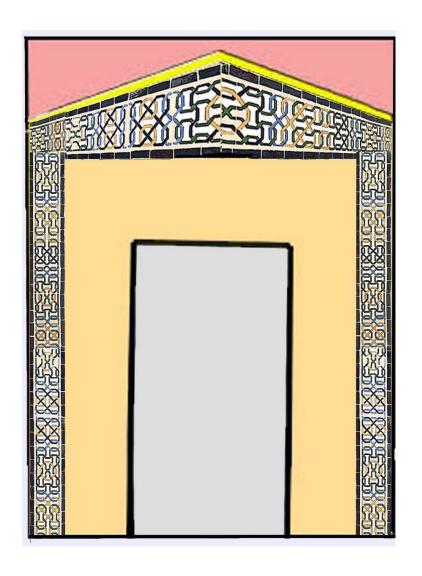
Motif de sol:

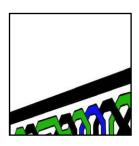




Ce modèle se construit à partir d'un pavage de triangles équilatéraux étudié précédemment.



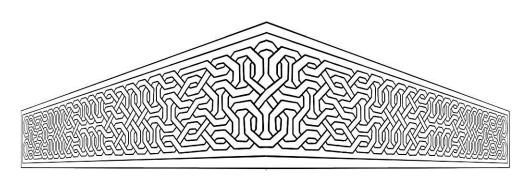




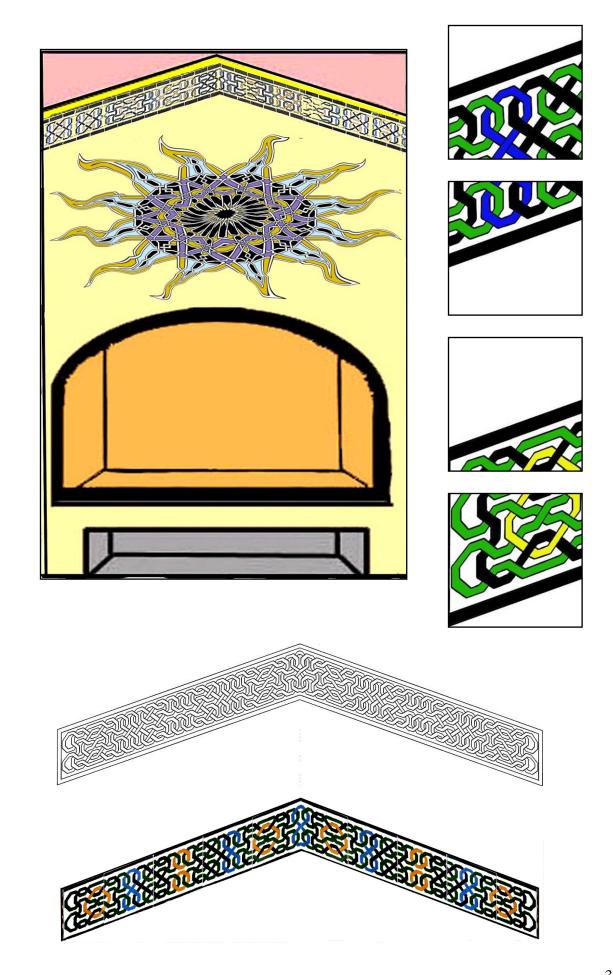


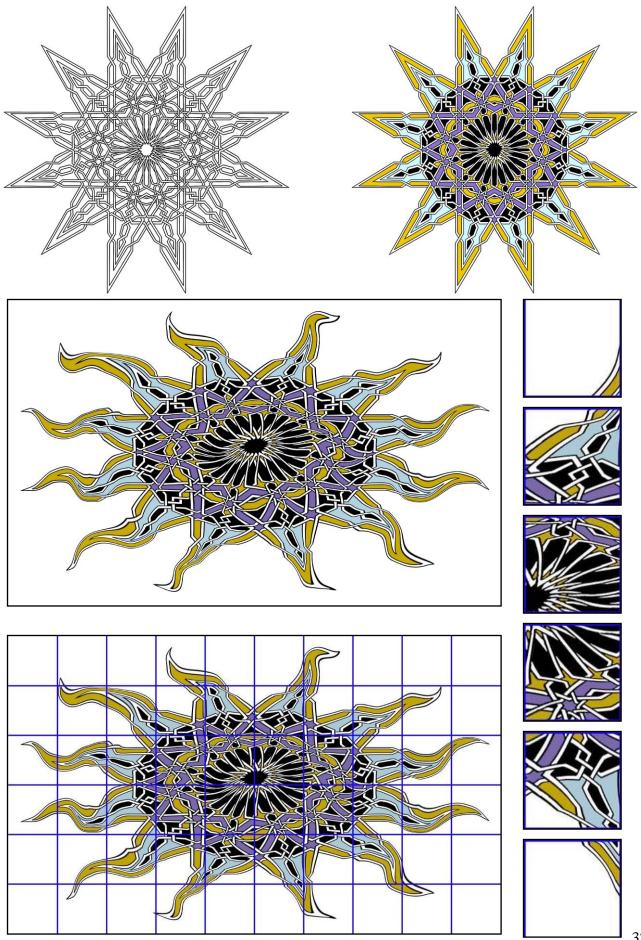










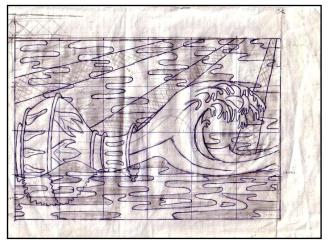


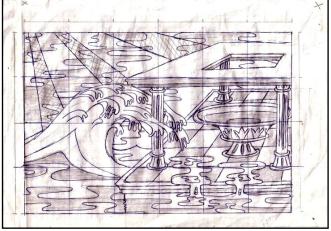
Construction d'un panneau allégorique :

Les parois de la pièce sont recouvertes d'une fresque allégorique représentant la bataille de l'eau contre le feu, thème zoroastrien par excellence. Le dessin s'enroule autour de la pièce, il n'y a ni début, ni fin.

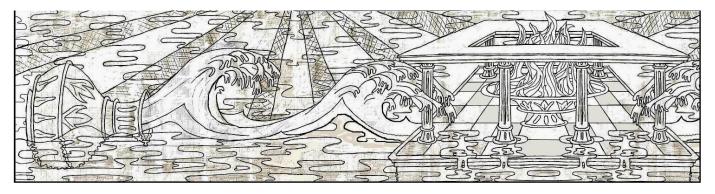
L'ensemble est réalisé en carreaux 20 X 20 et nécessite 35 fournées.

Pour le dessin, les fournées sont dessinées deux par deux par paquets de seize carreaux avec une fournée d'avance dessinée pour faire le joint avec la précédente ; il n'est pas nécessaire d'imprimer chaque carreau séparément car le dessin n'est pas très fouillé.

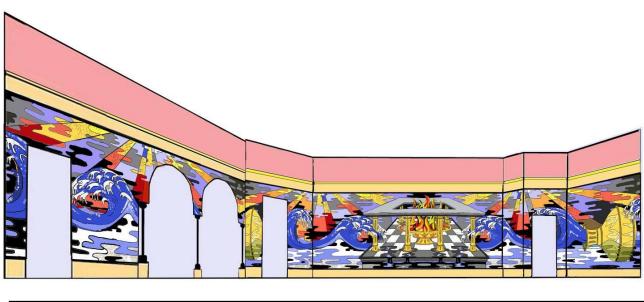




Les deux dessins ci-dessus sont réunis, quelques éléments sont changés et l'ensemble est colorié. Par symétrie, le départ de la frise bandeau est lié à son arrivée pour que l'ensemble paraisse infini.

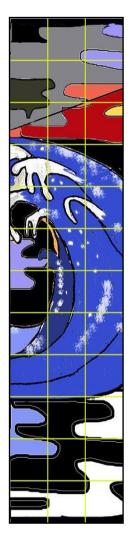


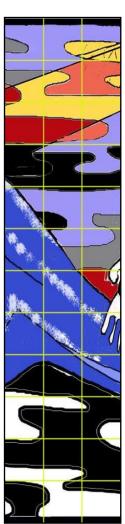


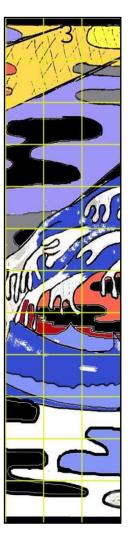




Chaque panneau présenté ci-dessous représente les quatre premières fournées, chacune formée de 36 carreaux, soit l'utilisation de quatre gazettes.



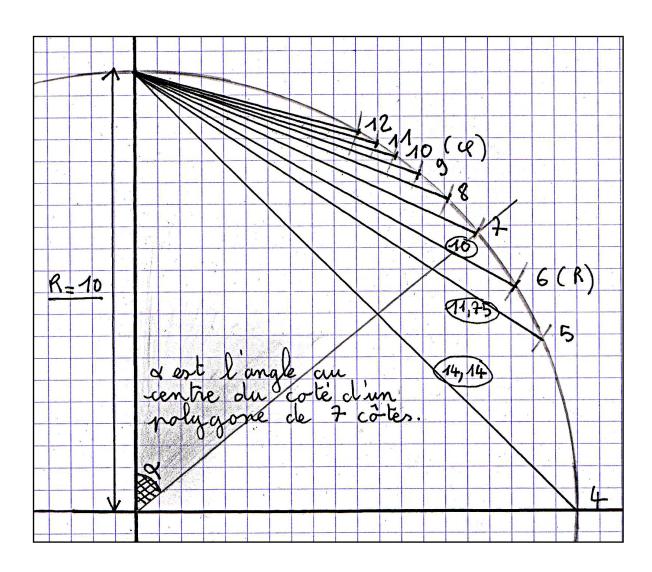






Construction simplifiée des polygones :

Comment construire des étoiles à plusieurs branches d'une manière simple sans avoir à faire de construction géométrique fastidieuses ?

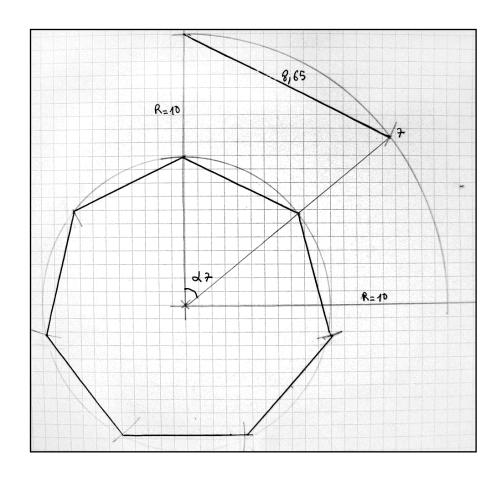


Nombre de côtés :	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mesure de la corde :	14,14	11,75	10	8,65	7,7	6,8	6,18	5 ,6	5,2

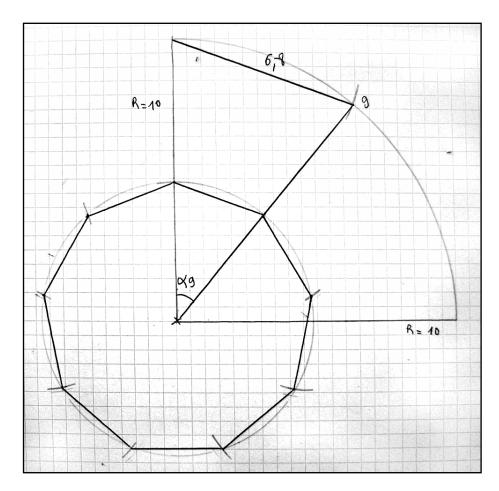
Construire un cercle de rayon 10 cm.

Sur ce cercle, construire la corde de mesure correspondant à la valeur du tableau en centimètres ; c'est la mesure du côté du polygone cherché incluse dans un cercle circonscrit de 10 cm de rayon.

Pour un polygone plus petit, tracer d'abord son cercle circonscrit, la construction du nouveau polygone est parfaitement lisible.



Construction de deux polygones : au-dessus à sept côtés et au-dessous à neuf côtés.





La fabrication d'un grand rapporteur doublé d'un compas permet de tracer cette décoration traditionnelle de voûte : les deux cercles extérieurs et les différentes parties rouges et blanches.





Riad Loulou.

ANNEXE IV : fabrication d'un four à gaz :



Four à gaz dont le volume permet de cuire un mêtre carré de céramiques, cela correspond à un jour de travail.

Caractéristiques générales. :



Comme source d'énergie, il faut choisir entre l'électricité et le gaz.

Incontestablement, l'électricité est plus pratique car elle permet une programmation souple des fournées et ne représente que peu de dangers ; cependant elle nécessite une ligne fixe de forte puissance et par conséquence l'ensemble du four n'est plus déplaçable.

Le gaz présente de nombreux inconvénients :

- Danger d'intoxication par les gaz brûlés.
- Danger d'**explosion** par l'extinction de tous les brûleurs.
- Pas de programmation automatique des fournées.

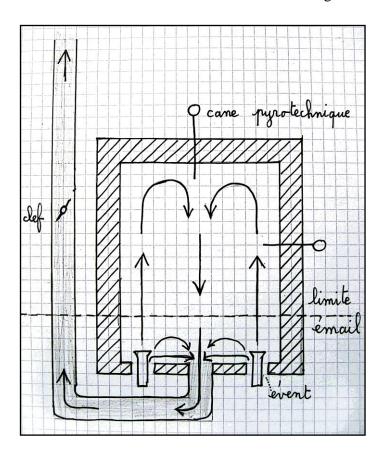
Le four à gaz en fonctionnement demande une surveillance constante. En revanche, il peut être construit et réparé par un amateur à un moindre coût.

Pour éviter que la chaleur produite par la combustion du gaz ne se perde, le four est isolé par 20 cm de laine de roche fusible à 1300°. Lorsque sa température est à 1000°, sa paroi externe reste à la température ambiante. Lorsqu'il se refroidit, la température de cette paroi externe augmente modérément. C'est seulement par la cheminée que s'évacuent les gaz brûlés; une clef sur la cheminée permet de régler le débit de ces gaz brûlés pour éviter qu'ils ne se refroidissent trop vite.





Circulation des gaz dans le four :



Chacun des quatre brûleurs est placé au milieu d'un évent ; cet évent permet :

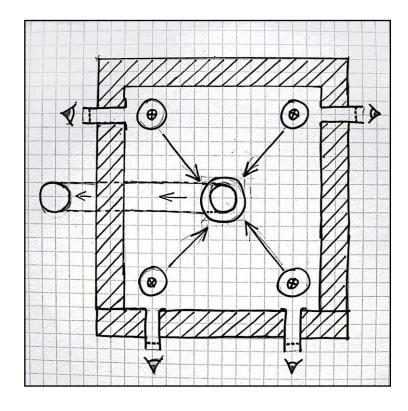
- D'équilibrer la pression intérieure avec la pression extérieure.
- D'allumer occasionnellement les brûleurs sans ouvrir.
- De pallier un mauvais réglage de la clef de la cheminée ; si le tirage de la cheminée est trop important l'air frais passe directement de l'évent dans la cheminée.

Le four fonctionne par convexion: l'air chaud provenant de la combustion du gaz monte par les angles et redescend par les côtés; il est pompé au centre par la cheminée dont l'ouverture est en bas au centre. C'est la colonne d'air chaud dans l'évacuation qui fait office de ventilateur. Le diamètre du tuyau et sa hauteur commande la force de cette pompe; la clef permet d'en régler le débit.

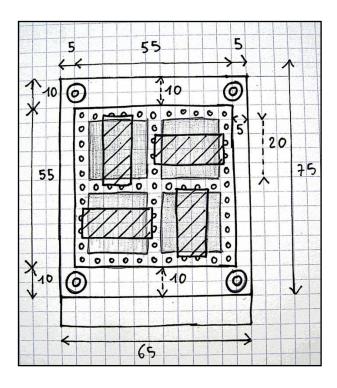
Visualisation de l'intérieur :

Un regard est placé à côté de chaque brûleur ; il est fermé par une plaque de verre amovible qui permet :

- De visualiser le bon fonctionnement de chaque brûleur par la présence de la flamme.
- De régler la qualité de cette flamme en agissant, sur les bagues de chaque brûleur. La flamme doit être jaune à petit feu et bleu chalumeau à pleine puissance.
- De visualiser partiellement l'intérieur du four. La variation de couleur du rouge cerise au rouge blanc permet d'apprécier visuellement la température de l'intérieur et de vérifier ainsi le bon fonctionnement des sondes : avec l'habitude on arrive visuellement à déterminer la température.
- De rallumer éventuellement par le haut un brûleur éteint.



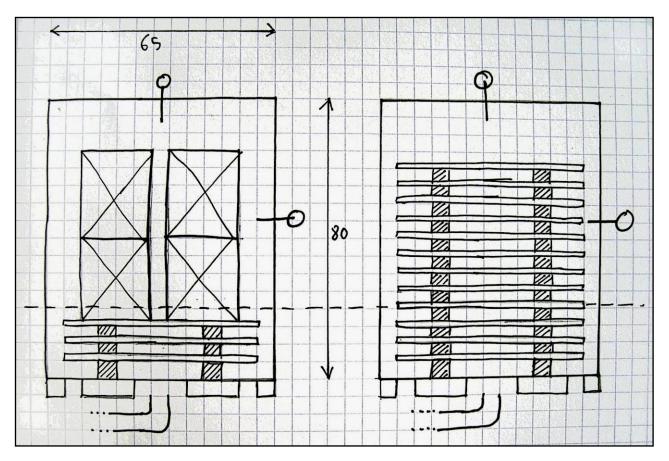
Chargement du four :



Les étages du four sont séparés par des plaques perforées d'alcorit qui supportent les gazettes de carreaux. Dans tous les cas, l'air doit pouvoir circuler librement entre les pièces pour une meilleure répartition de la chaleur : l'air chaud situé en haut est pompé vers le bas par la cheminée en traversant l'ensemble du chargement.

Le four utilisé actuellement est de fabrication artisanale développée dans le chapitre suivant ; bilan des problèmes rencontrés au cours de 2000 fournées :

- Après 30 fournées, les brûleurs de bronze achetés tout prêts pour l'emploi ont fondu et ont dû être changés par des brûleurs artisanaux en fonte.
- Une seule extinction totale à l'amorçage de la convexion due à un oubli en position fermée de la clef de la cheminée : ne pas oublier surtout d'ouvrir à fond la clef de la cheminée lors de l'allumage du four.
- Le conduit de la cheminée a été changé deux fois et son coude de sortie trois fois.
- Très rarement : extinction d'un brûleur à la fermeture du four avant l'amorçage de la convexion lorsqu'on commence à pousser les feux ; c'est vraiment le seul moment à surveiller.
- Lorsque la convexion a été amorcée, jamais de problèmes.



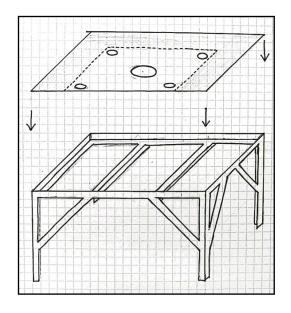
Construction du four

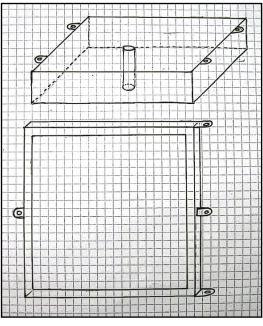
1. Cahier des charges:

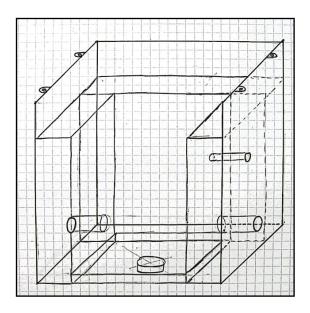
La taille du four doit correspondre au travail d'une ou deux journées. En estimant le travail journalier à un mètre carré par personne, le plan de ce four est largement suffisant et permet de cuire au maximum huit gazettes de dix carreaux, soit trois mètres carrés, avec un minimum de deux gazettes avec cinq plaques d'alcorit pour avoir un volant thermique suffisant.

Quatre gazettes prennent place dans le four utilisé; il manque dix centimètres en hauteur et dix en largeur pour en placer huit; comme dimensions intérieures: 65 en largeur, 75 en profondeur, 80 en hauteur. L'épaisseur de l'isolant est de vingt centimètres avec un plafond de cinq centimètres au fond; les dimensions extérieures sans la porte sont donc de: 105 en largeur, 95 en profondeur et 105 en hauteur. La porte mesure donc 105 en hauteur, 105 en largeur et 20 en épaisseur.

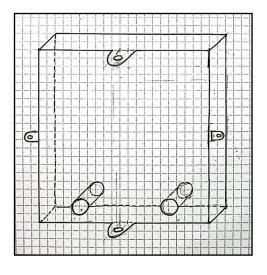
2. Tôlerie:

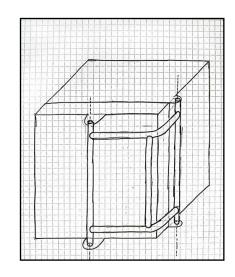




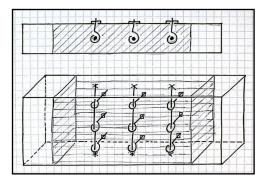


- Commencer par préparer les pieds du support. Le four chargé est lourd, le plancher doit donc être **renforcé** avec une tôle de 0,4 cm. Avant la pose percer les évents des brûleurs et le trou de la cheminée.
- La carcasse, d'une seule tôle pliée de 0,2 cm, est posée sur le fond. Prévoir tous les évents, le trou des sondes et la fixation du toit.
- Le coude de la cheminée sera placé en bas, sous l'isolation de sol amovible car il faut prévoir le changement fréquent de ce coude.
- L'encadrement de porte est solidement fixé sur la partie avant ; prévoir les fixations de fermeture et celle des supports de porte.
- Le toit placé en dernier se fixera sur le corps du four par quatre pattes.





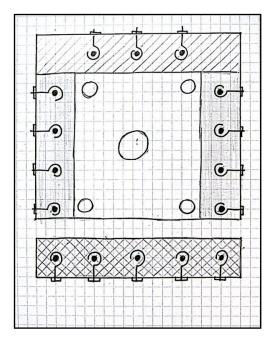
3. Pose de l'isolation.

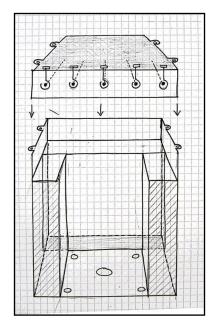


Comme isolation la laine de silice vendue en rouleaux est utilisée ; cette laine de silice fond à 1300° .

Les rouleaux de laine de silice sont déroulés et coupés en utilisant un gabarit.

Les nappes sont enfilées dans des tringles qui sont fixées tous les vingt centimètres à des crochets vissés aux parois. Toutes ces pièces métalliques sont en inox.



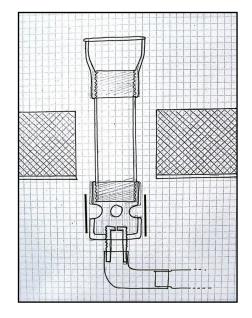


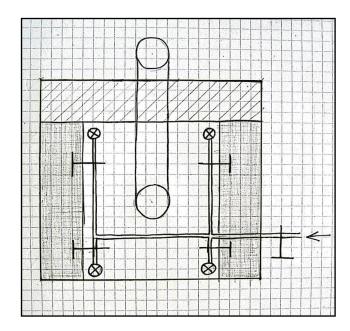
L'isolation du sol de four de cinq centimètres d'épaisseur est simplement posée sur le fond pour donner un accès facile au coude de la cheminée.

L'isolation du toit est fixée à part ; l'ensemble repose sur l'isolation des côtés et est boulonné sur les pattes.

Le type de fermeture de la porte permet de récupérer le jeu dû au tassement de l'isolation et de rendre ainsi la porte étanche.

4. La chaleur:





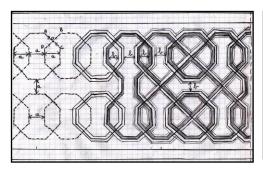


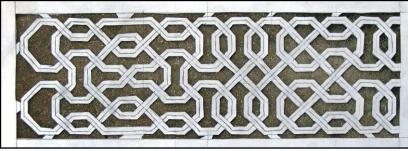


- L'air de chaque brûleur en fonte est réglé par une bague qui commande la richesse de d'air du gicleur. La puissance des brûleurs est gérée par la pression du détendeur réglable. Le diamètre du trou du gicleur est de 0 ,3 mm.
- Chaque brûleur est associé à une vanne.
- La distribution est en cuivre, soudée à l'argent, pour éviter qu'une chaleur excessive accidentelle ne fonde l'étain et crée ainsi une fuite importante.
- La sécurité est visuelle mais aussi auditive; le mauvais fonctionnement d'un brûleur est d'abord détecté d'une manière auditive puis confirmé de manière visuelle.



La température est mesurée par deux sondes à thermocouple situées une en haut et l'autre à mi-hauteur.





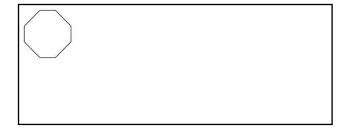
Le choix des modules (un seul dans le cas considéré) précède la construction générale : leurs liaisons, le zonage des entrelacs, la découpe des gabarits et le report sur les biscuits avant l'émaillage et la cuisson finale.



- Utilisation d'un ordinateur pour la création et la transformation du dessin :

Dans le cas d'une création assistée par ordinateur, la procédure est différente : choix du module de base, construction des modules, liaison de ces mêmes modules, création des entrelacs, déformations désirées, découpage et impression des gabarits, report sur chaque carreau, émaillage et cuisson.

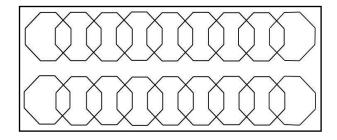
La différence fondamentale vient du fait que le gabarit des déformations désirées est très difficile à dessiner et à reporter sur le support ; le dessin des gabarits déformés pièce par pièce, imprimés avec l'ordinateur, ne pose plus de problèmes. L'utilisation demande une connaissance approfondie de l'application **Photoshop**.



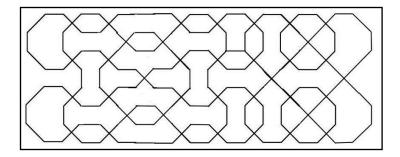
Pour dessiner ce motif dans Photoshop il faut faire apparaître les options **outils**, **options** et **raccourcis**.

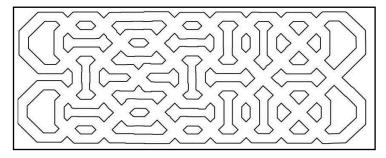
Le dessin s'effectue avec la **grille**, l'option **magnétisme** et l'option **trait** dans outils (épaisseur 12). Chaque trait ou chaque copie crée un calque; il faut donc régulièrement **aplatir l'image** pour avoir accès à l'ensemble du dessin (CALQUES : aplatir l'image).

Dessin du faux octogone : trois carreaux en diagonale et trois carreaux en horizontal ou vertical en suivant la grille ; le magnétisme pose automatiquement les extrémités du trait.



Sélectionner seulement le trait avec la **baguette magique** et dans le menu EDITION : **copier** et **coller** cet octogone en le **déplaçant** et le posant à sa place. Répéter l'opération 17 fois. Aplatir ensuite l'image



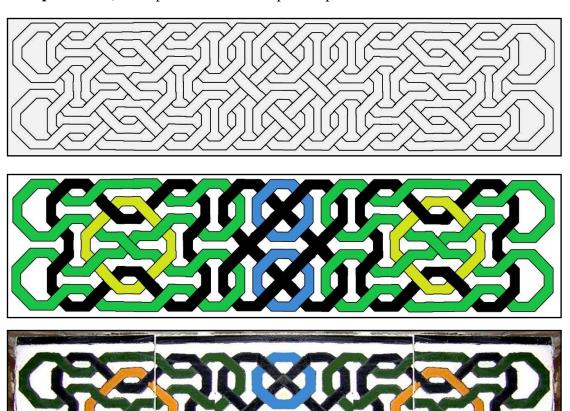


La liaison des modules s'effectue avec l'option **trait**, l'option **gomme**; ne pas oublier d'**aplatir l'image** avant de gommer.

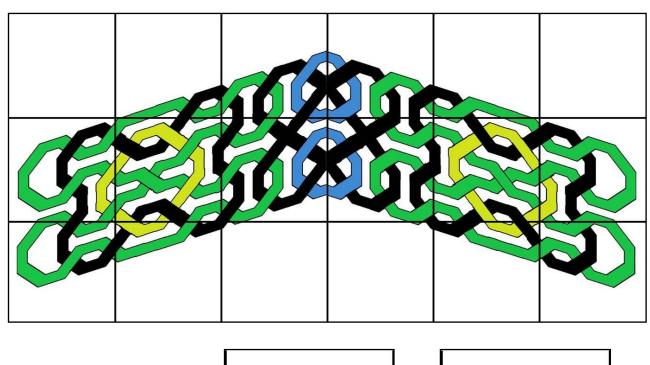
Pour fabriquer les entrelacs, sélectionner le trait avec la baguette magique, dans **sélection**, demander la dilatation de façon à équilibrer l'épaisseur du trait avec les espaces (**sélection**, **modification**, **dilater**).

Demander le coupage de l'intérieur de la sélection (EDITION, couper) ; la **ré-sélection** car la sélection a disparue au coupage (SELECTION resélectionner) ; dans EDITION choisir **l'option contour** pour marquer le trait de la sélection.

Le laçage des entrelacs s'effectue avec l'option **trait**; ne pas oublier d'aplatir l'image. Pour agrandir l'image par symétrie, sélectionner la partie à dédoubler : édition, **copie**; édition, **coller**; image, **rotation d'axe horizontal**; édition, **rotation d'axe vertical**; déplacement (option outils, **symbole de déplacement**) de la partie transformée pour la positionner. Coloration.

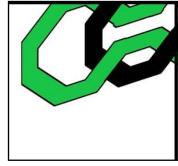


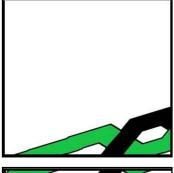
Déformation d'un motif en utilisant l'option perspective de Photoshop (**sélection** de la zone à déformer ; bandeau IMAGE, transformation, choix : **perspective**).

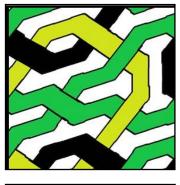


Gabarits destinés à être découpés pour un report du dessin sur le biscuit : chaque zone est cadrée, enregistrée, et imprimée au format réel du biscuit

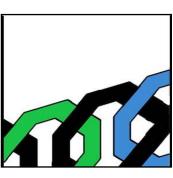






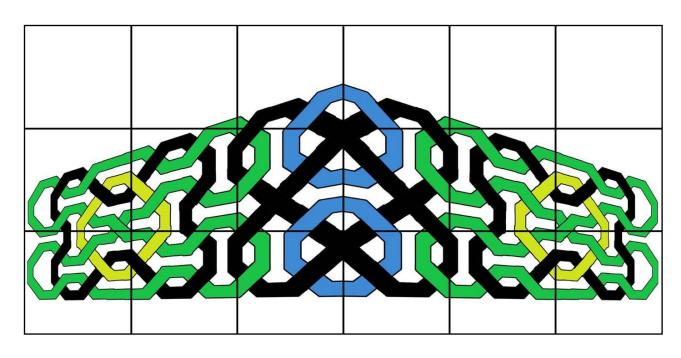




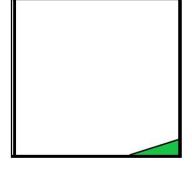


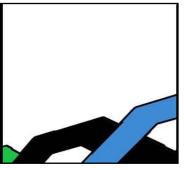


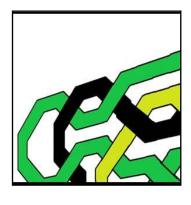
Pour le report de l'autre moitié, il suffit de retourner les gabarits précédents.

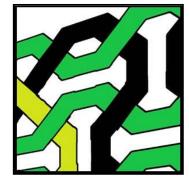


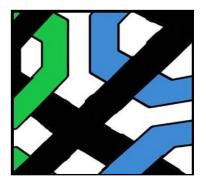
Comme précédemment la deuxième partie, symétrique de la première se dessinera en retournant les gabarits.

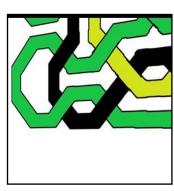


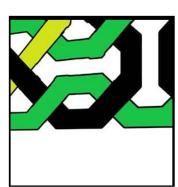


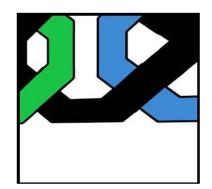




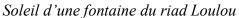


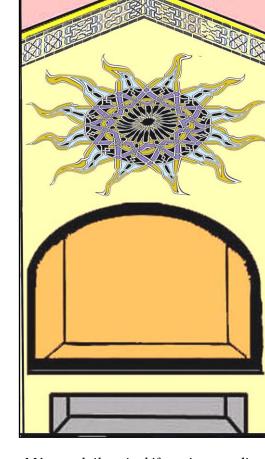




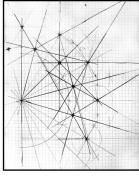


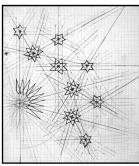






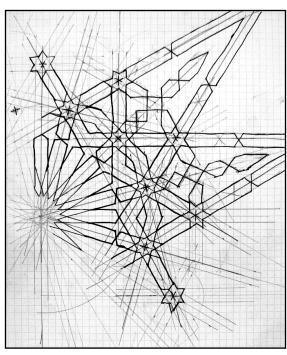
Même soleil mais déformé par ordinateur.

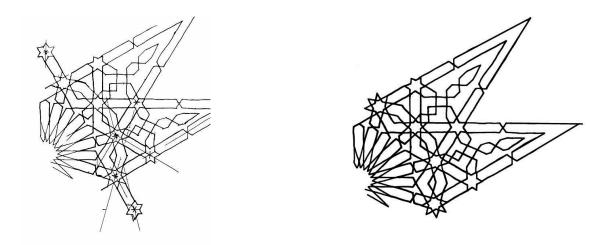




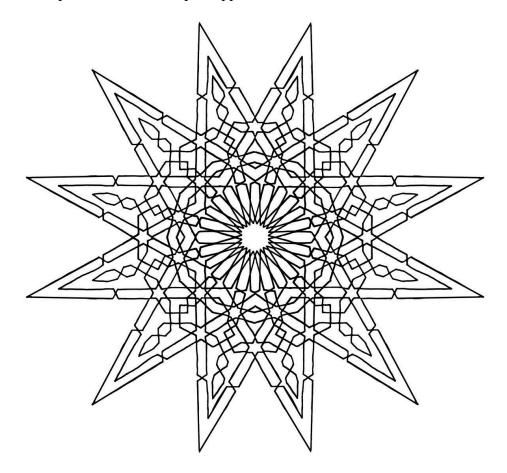
Dessin d'un système convergent avec au centre une étoile à vingt-quatre branches ayant une première couronne de satellites à huit et une deuxième à six branches. Le dessin final est scanné pour pouvoir l'interpréter sur l'ordinateur.

Dans un premier temps, il faut isoler le trait, le nettoyer, le compléter et ensuite reconstituer le dessin entier en utilisant les différentes symétries.

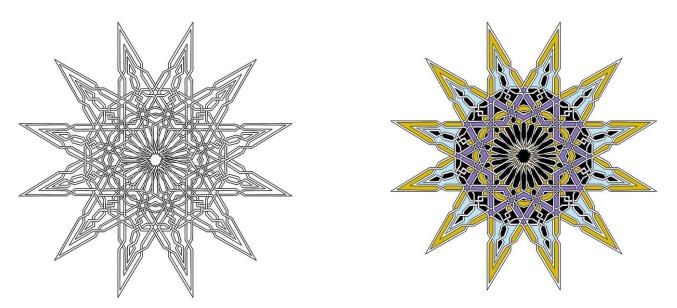




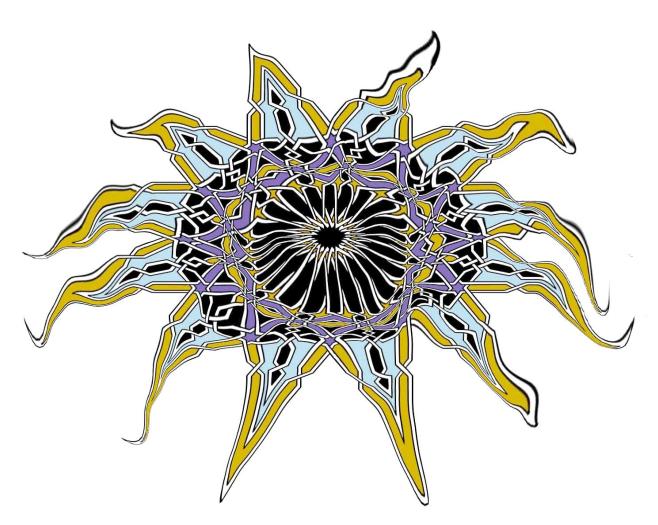
Augmenter l'accentuation du dessin (ACCENTUATION : luminosité contraste) ; sélection du trait (OPTIONS : baguette magique) ; inversion de la sélection (SELECTION : intervertir) ; supprimer les pixels (EDITION : couper) ; nettoyage et réfection de certains traits (OPTION dessin : gomme et trait). Après l'usage du trait ne pas oublier d'aplatir l'image car chaque trait crée un calque supplémentaire.

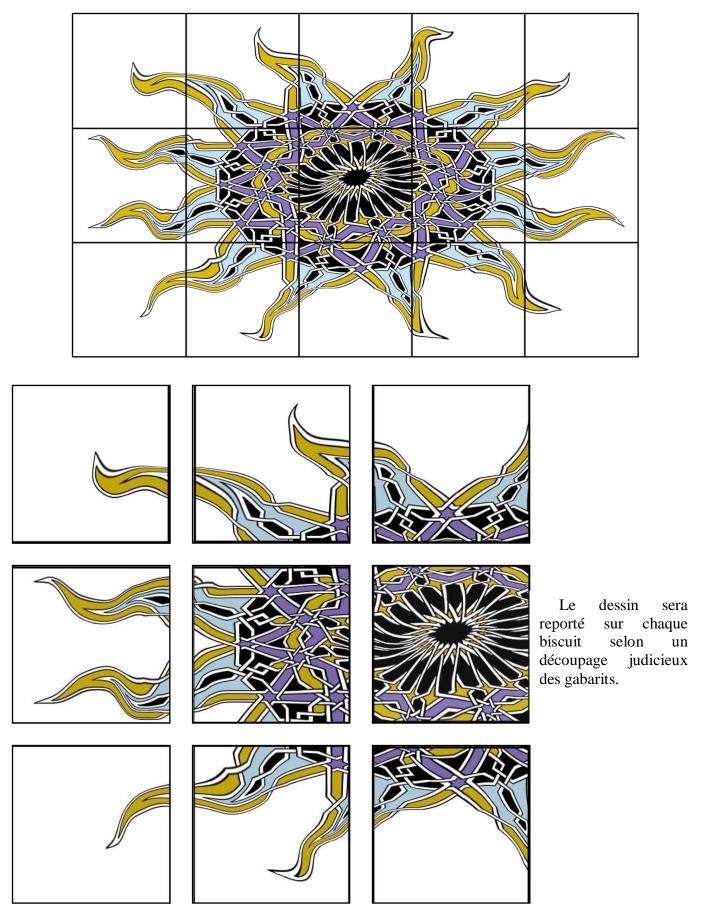


Rotations et symétries axiale (IMAGE, **rotation**, **symétrie d'axe horizontal et vertical**) combinées permettent de reconstituer le dessin. Entre chaque transformation il est nécessaire de réajuster les alignements en utilisant la grille avec l'option **perspective** pour faire coïncider les transformations (IMAGE, **transformation**, **perspective**).



Pour créer les entrelacs, il faut sélectionner le trait (OPTION, baguette magique) et dans sélection demander la dilatation à la valeur voulue de la sélection (SELECTION, modifier, dilater).couper les pixels (EDITION, couper), resélectionner car tout a disparu (SELECTION, resélectionner), tracer le contour de la sélection (EDITION, contour) et lacer les entrelacs à la main en utilisant le trait (OPTION, trait), aplatir l'image. Pour les déformations utiliser l'application fluidité (FILTRES, fluidité).





Consultez le site de l'auteur pour avoir accès à plus de 2000 photos haute résolution, près de 200 diaporamas ou vidéos et près de 200 constructions guidées, le tout agrémenté d'une musique orientale originale.

www.arabesquesgeometriques.fr/

CONTACTS

Dans le site précédent (arabesques géométriques), dans le bandeau du haut, cliquez sur « **C** » (votre avis) pour donner votre avis sur ce livre ou entrer en contact avec l'auteur.

RETOUR