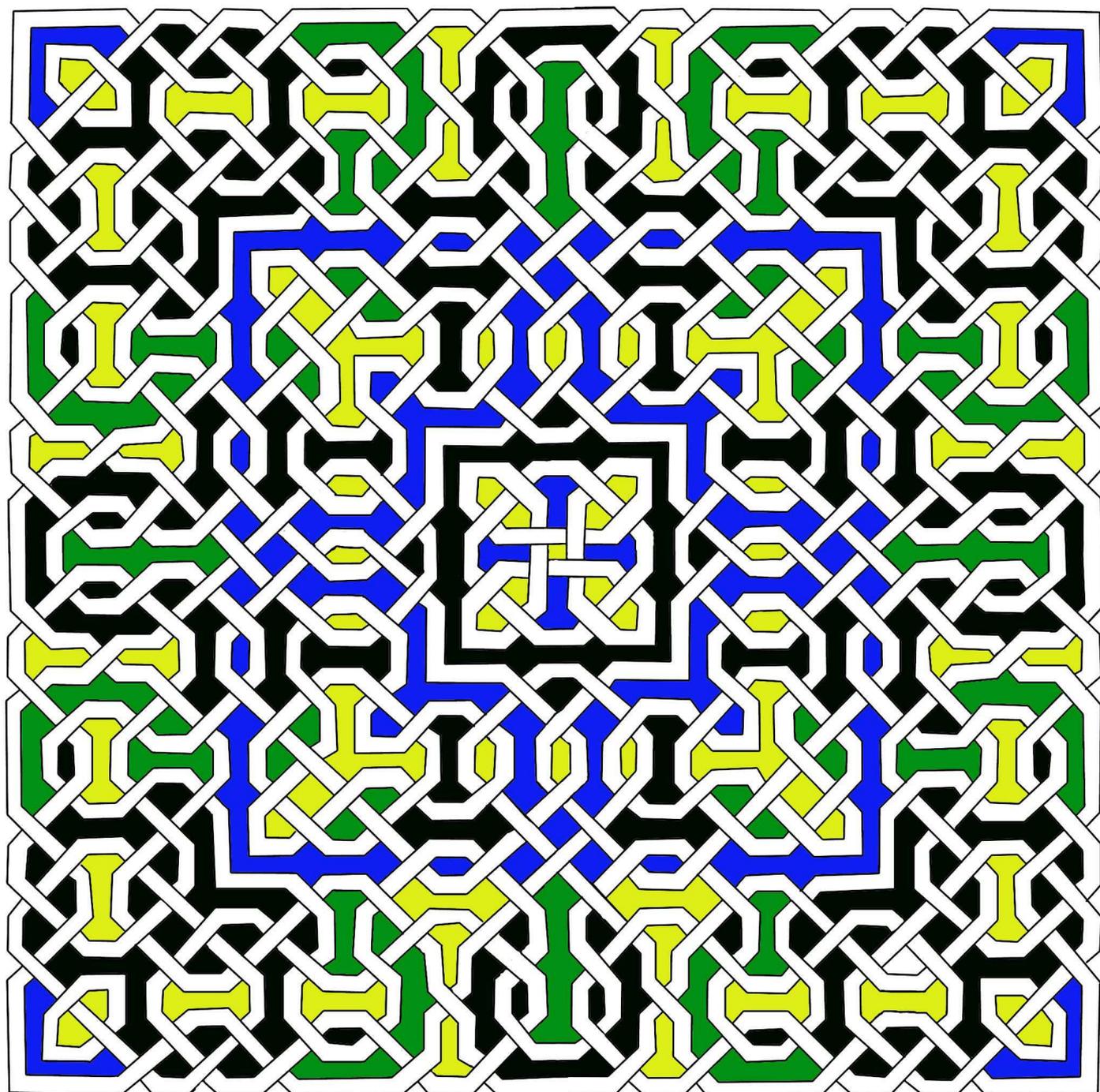


La géométrie des Arabesques



XIV. DESSIN : ANNEXES



- Annexe 1 : les mouqarnas (304).
- Annexe 2 : architecture et décoration (316).
- Annexe 3 : dessin de voûte (329).
- Annexe 4 : construction d'un four (330).
- Annexe 5 : utilisation d'un ordinateur (337).

● ANNEXE I : les mouqarnas.



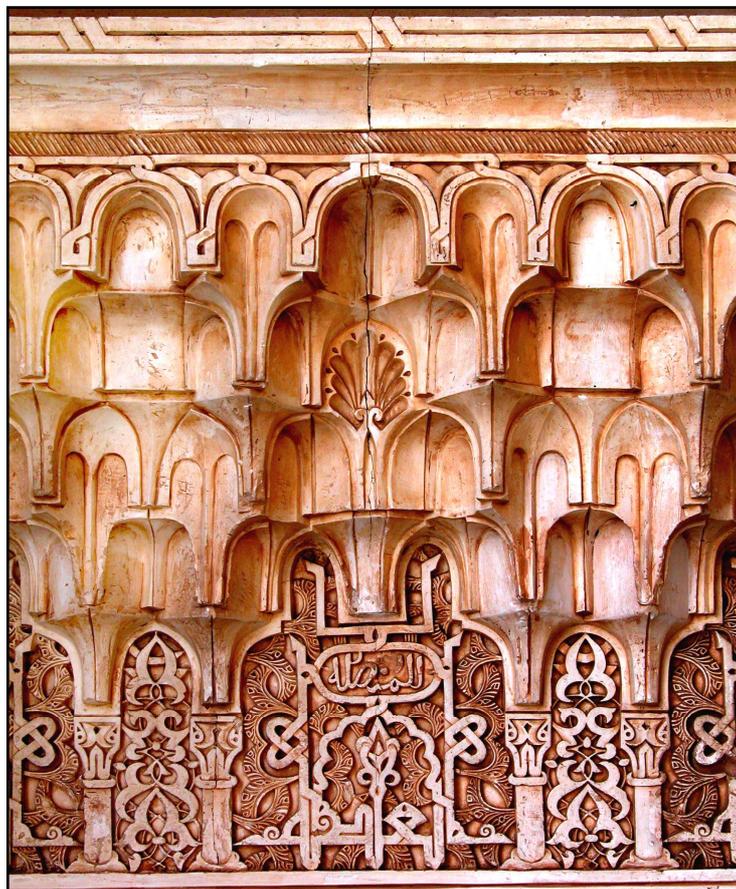
Trompe d'angle du Xème siècle en brique cuite du mausolée Sâmani à Boukhara.

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 mouqarnas, 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.



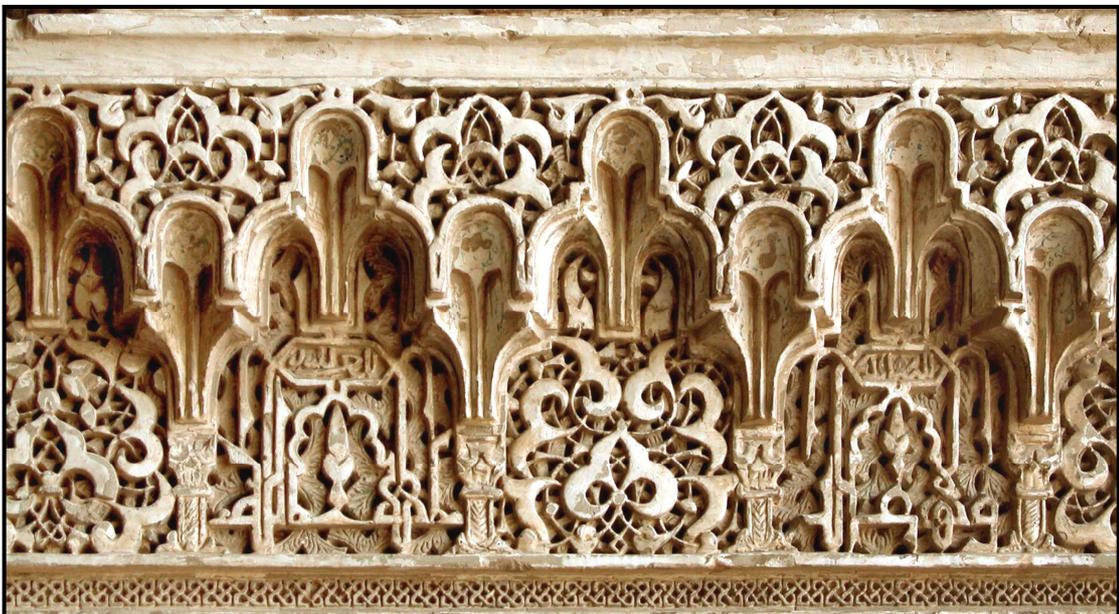
Les différentes pièces de stuc sont reconnaissables sur cette frise du palais Nasride de l'Alhambra.

Mouqarnas de style andalou.



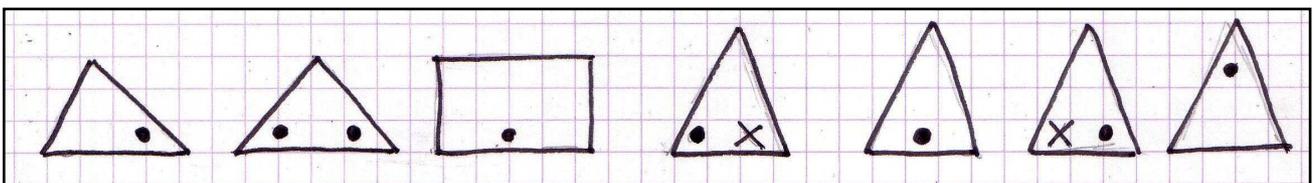
Cour des lions à l'Alhambra.

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.

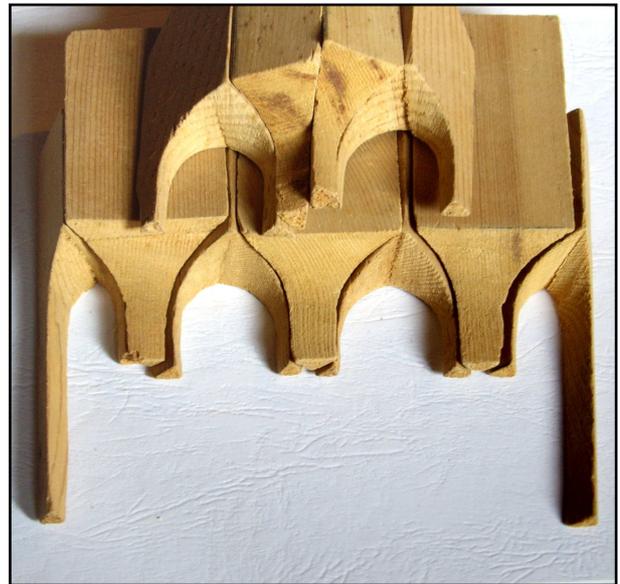
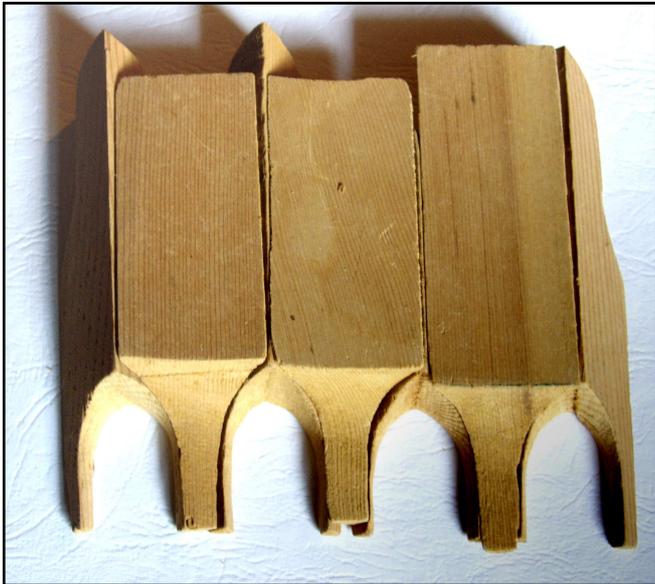




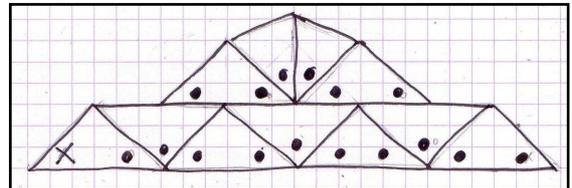
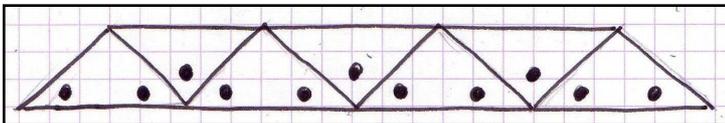
Frise au palais de la Bahia à Marrakech.



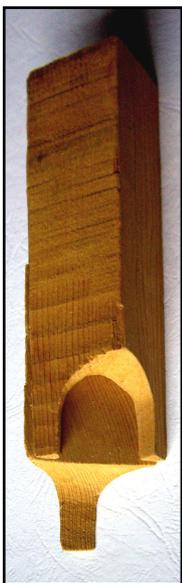
Pièces de bois utilisées pour la confection des mouqarnas de type andalou.



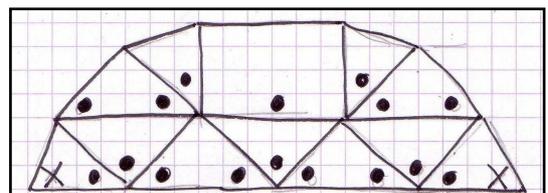
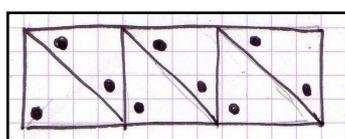
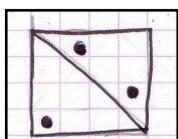
Confection d'une frise de mouqarnas avec les pièces précédentes.



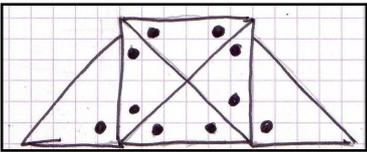
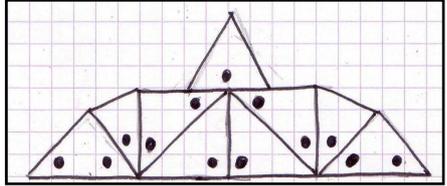
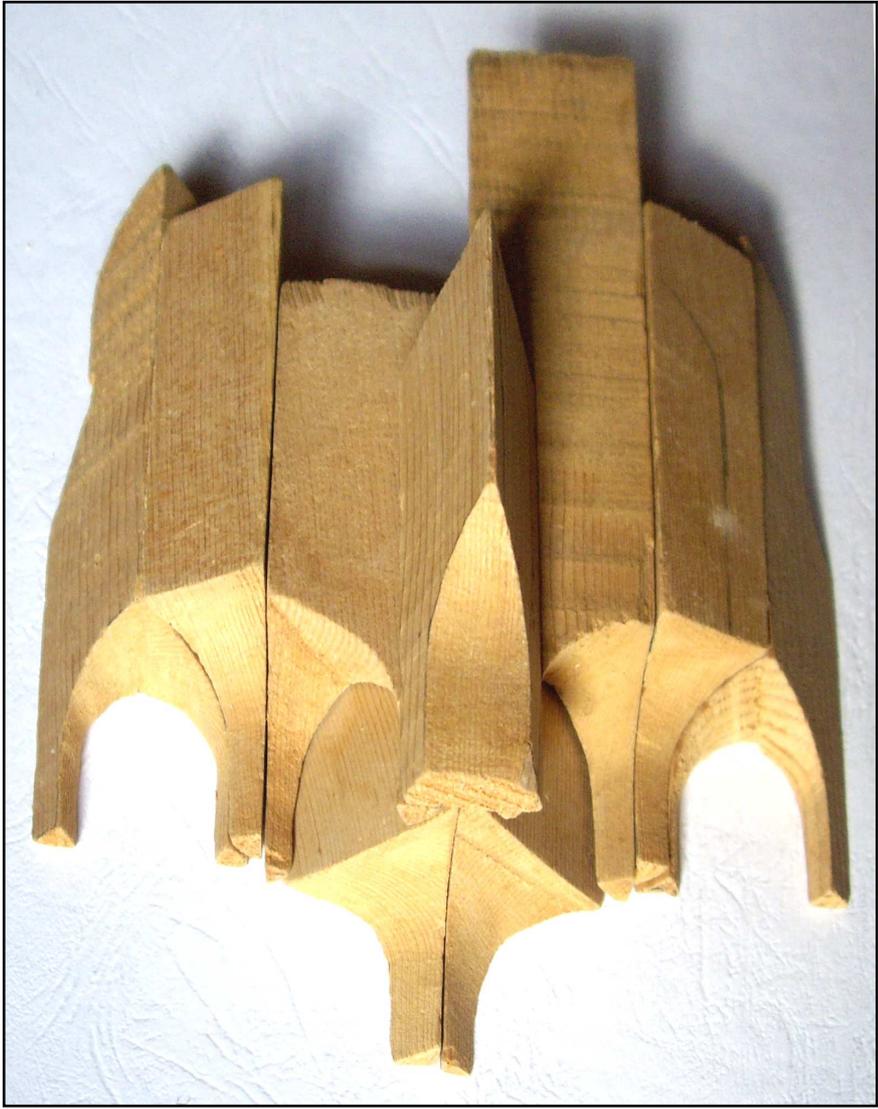
Plans utilisant la construction de J. M. Casteras correspondant à la frise du dessus.



Autre type de frise.



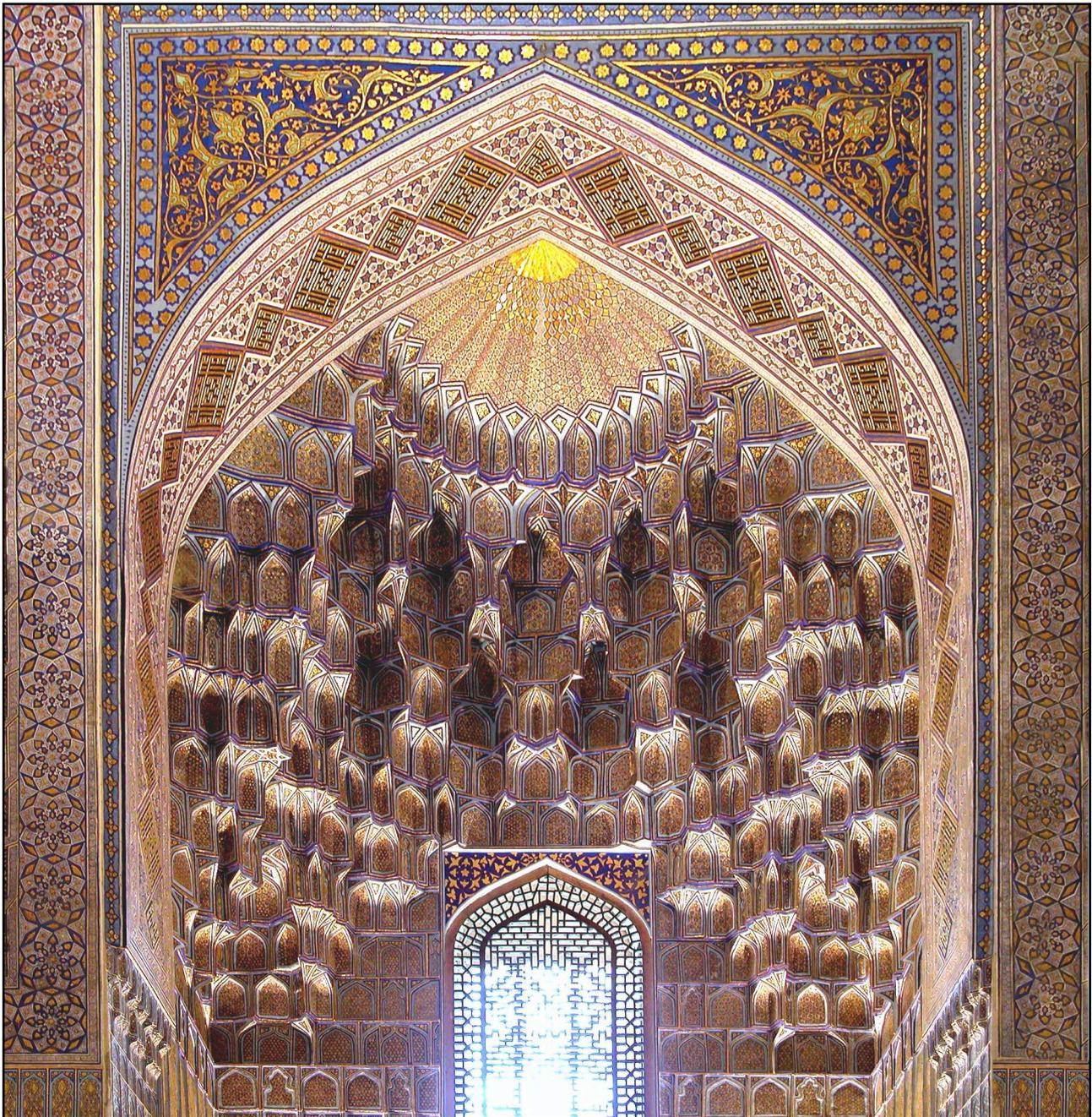
Autre plans.





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



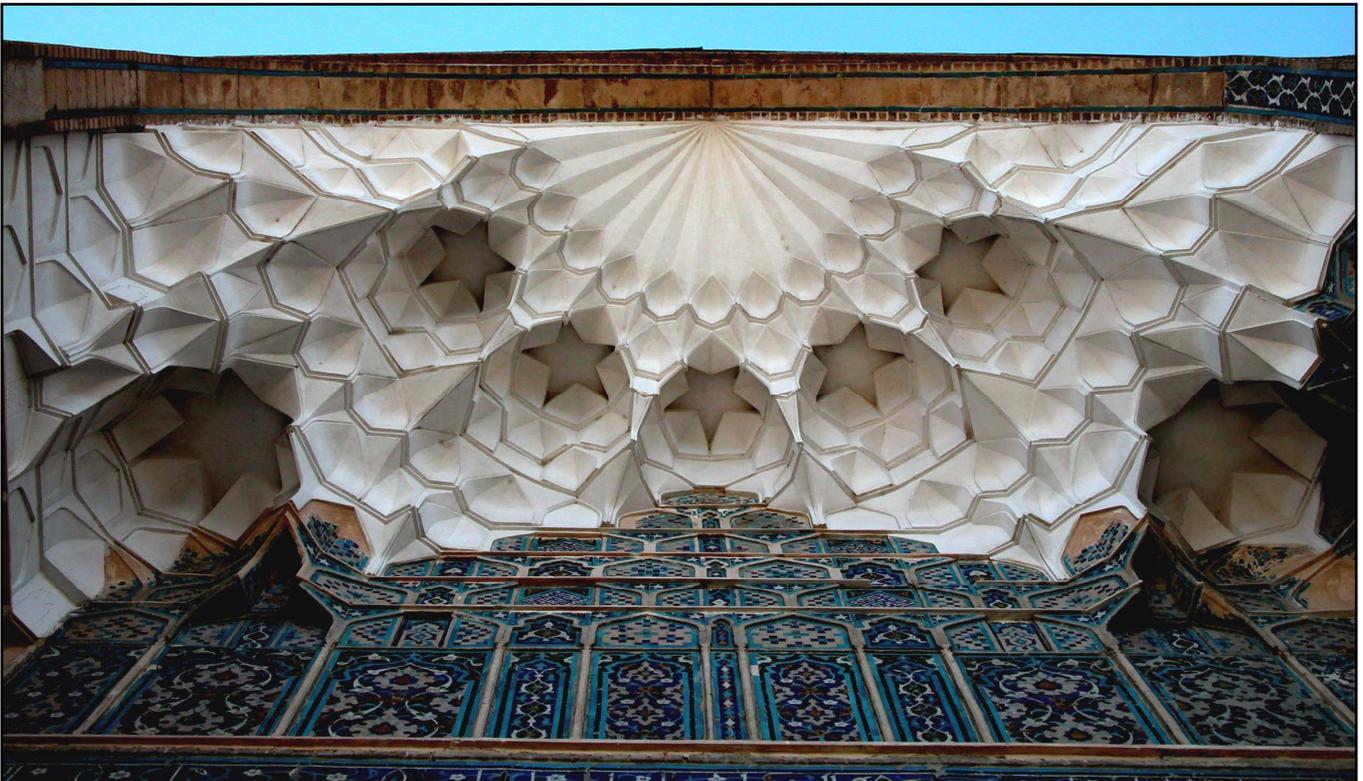
Niche ornée de mouqarnas décorés de papier mâché au Gour Emir de Samarcande.

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

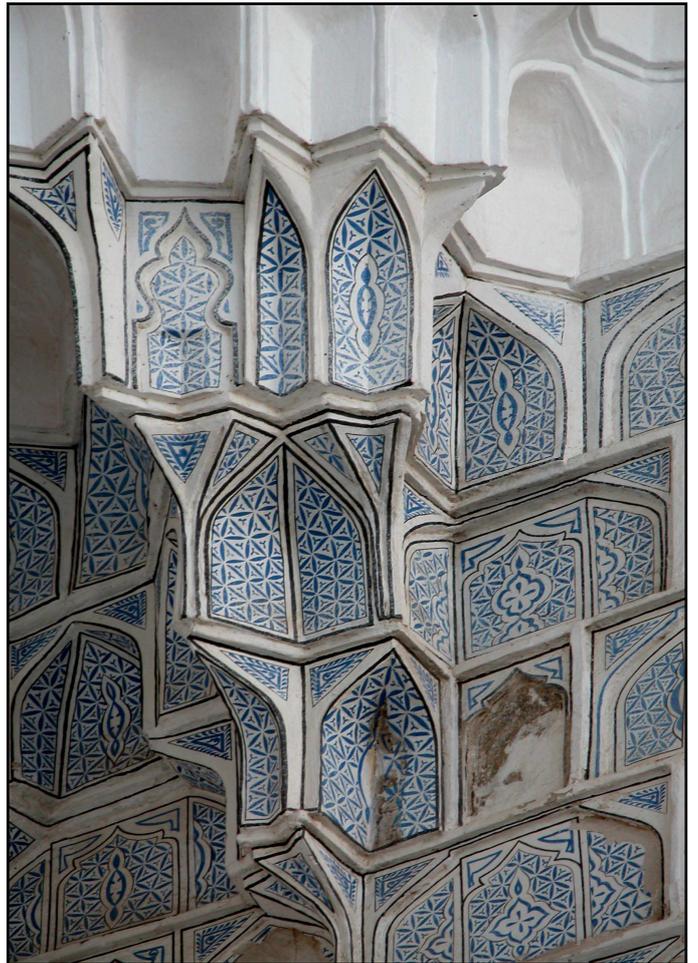
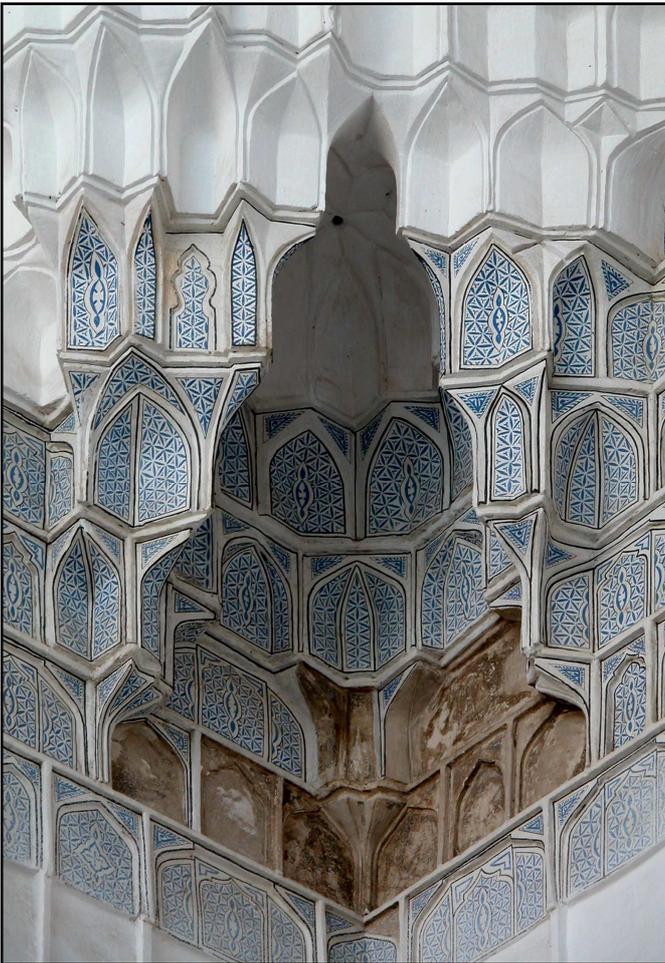
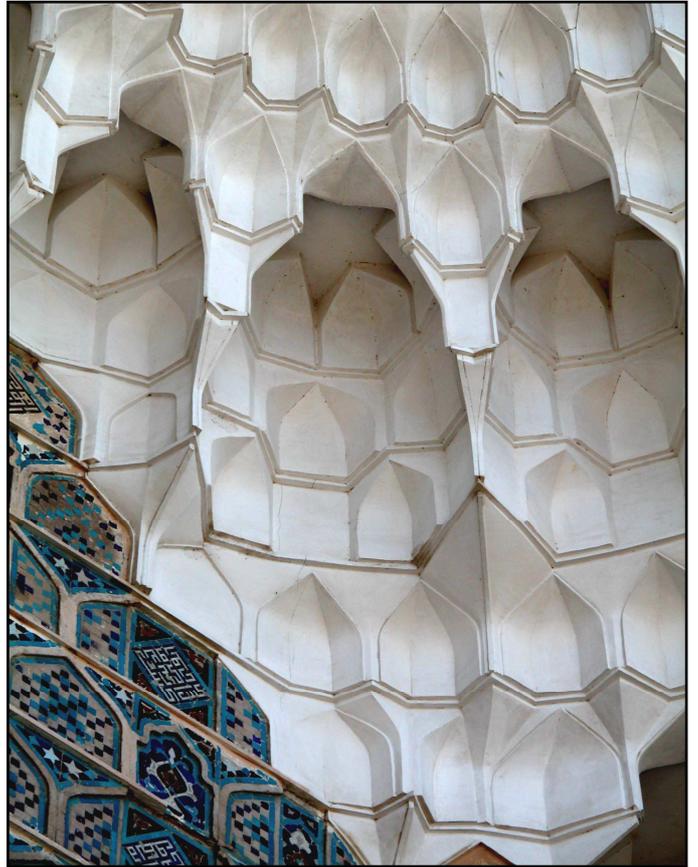
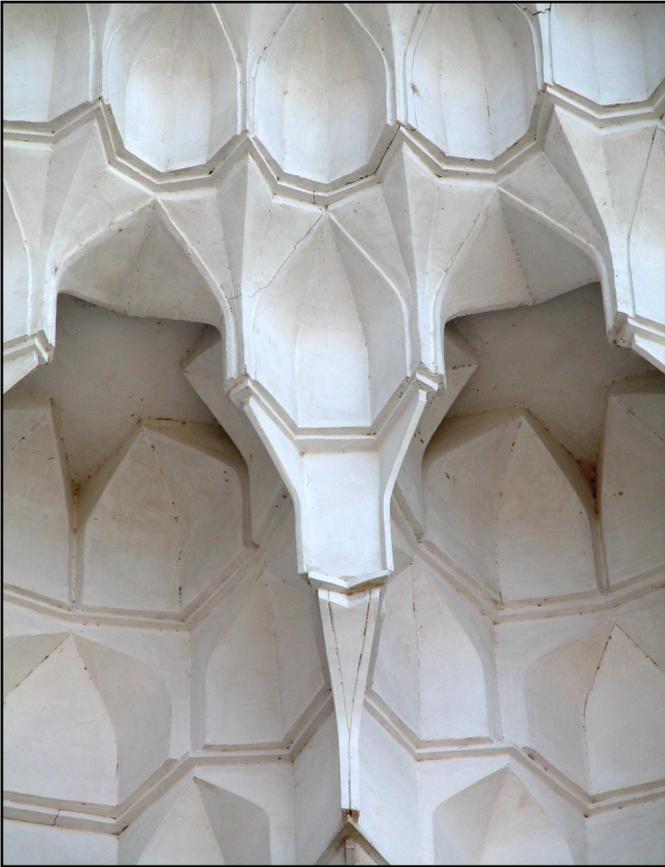




La décoration de la voûte d'iwan de la mosquée Tilla Kari à Samarcande est constituée d'éléments assemblés ayant un rôle de soutien architectural pour la demi-coupole.



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.

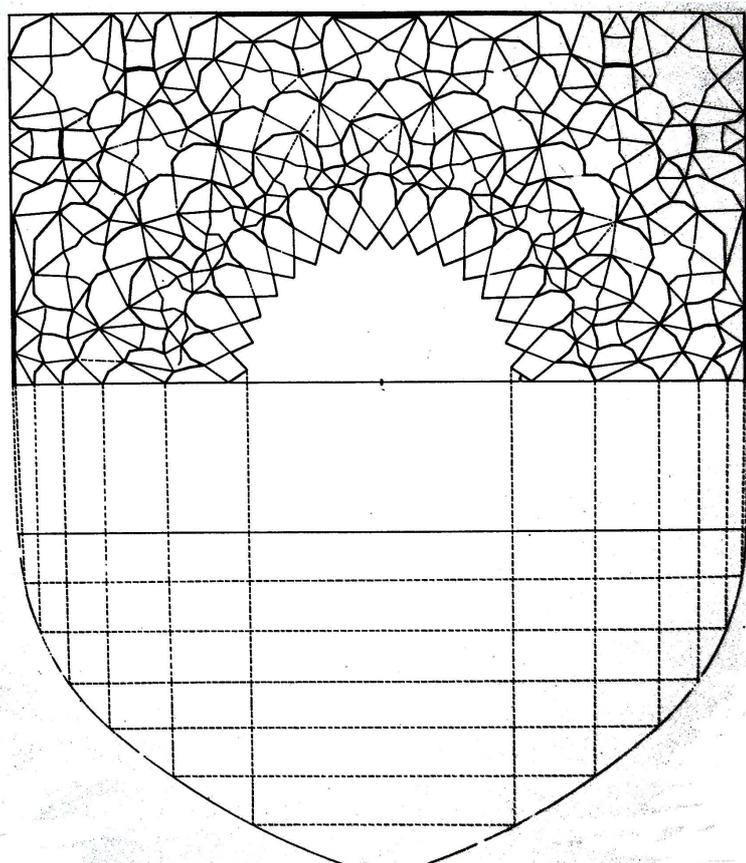
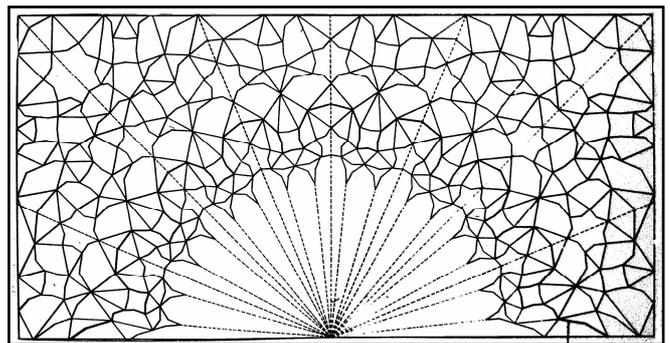
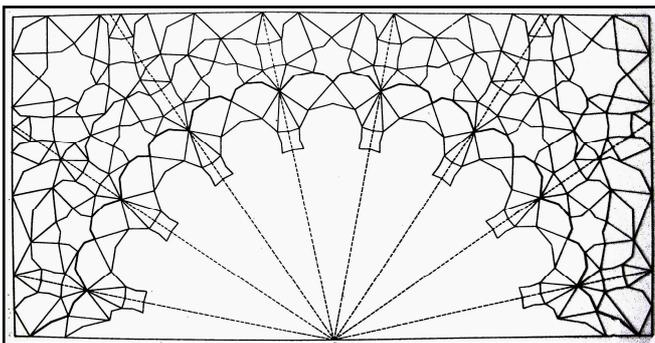
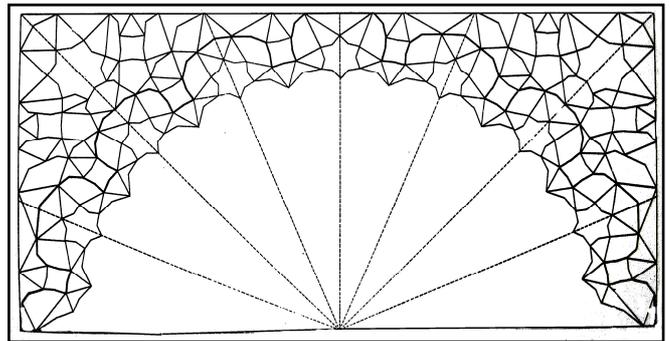
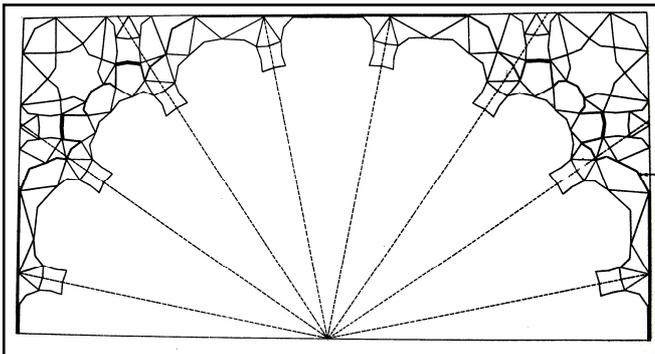
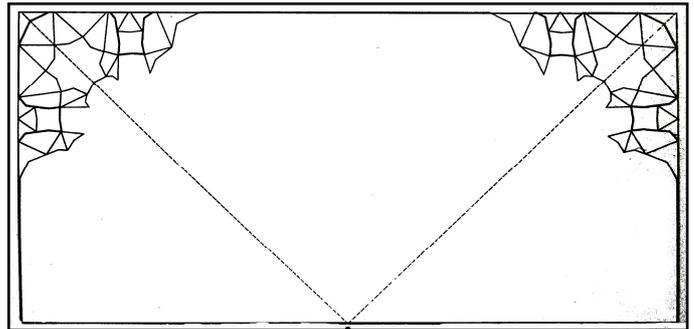
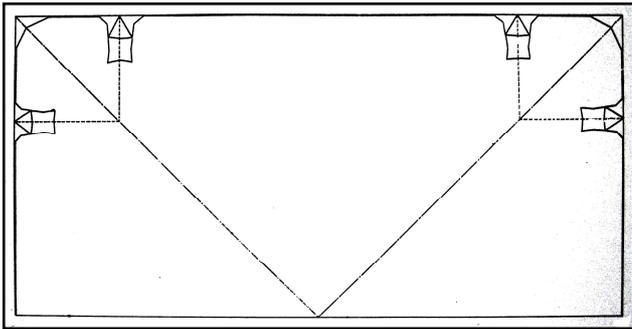


Les éléments disposés en vrac ci-dessous serviront pour la restauration de la coupole du mausolée de Bibi Kanun à Samarcande.

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.

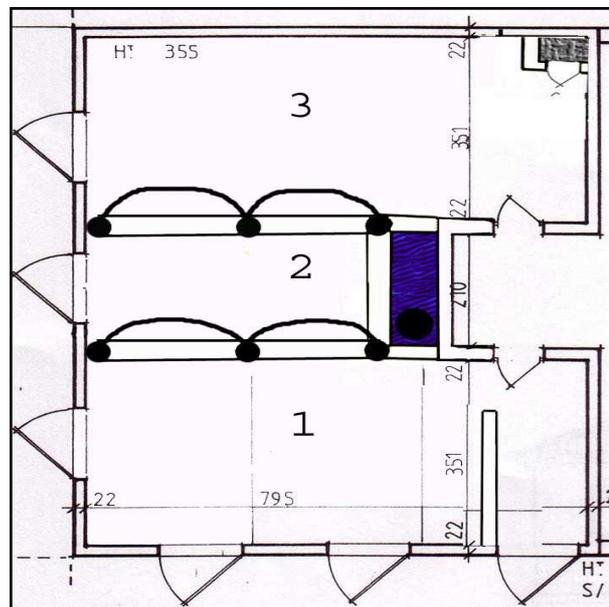


Plan de construction par étages des mouqarnas de type persan:



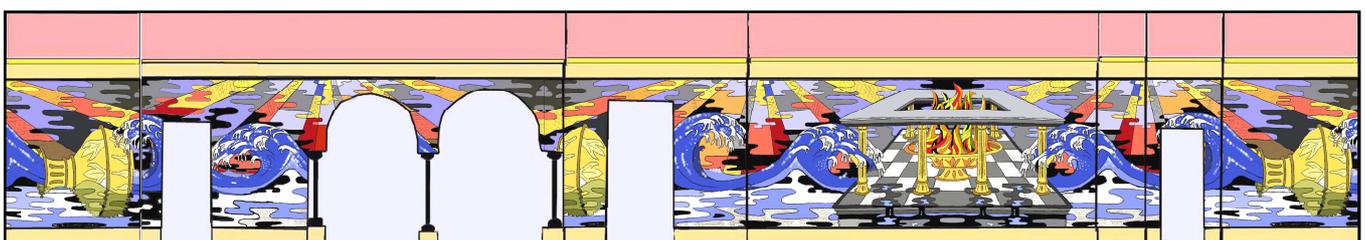
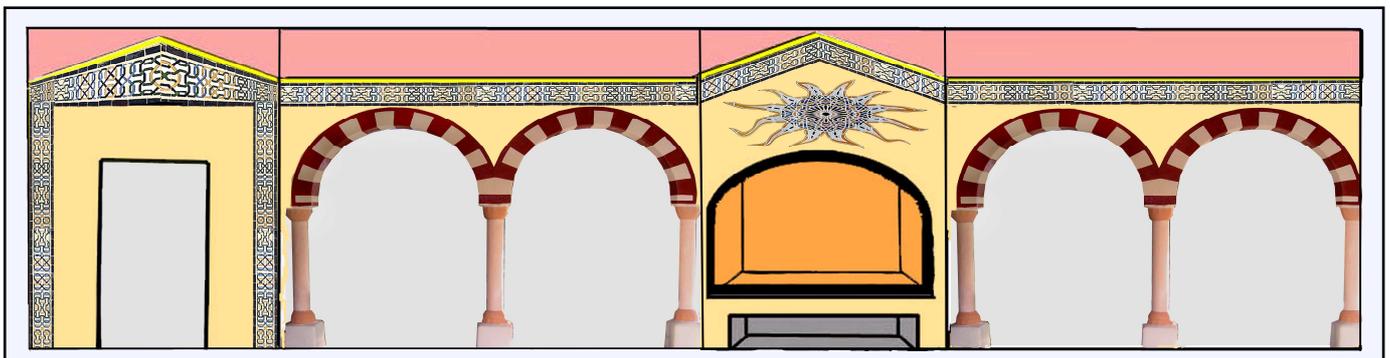
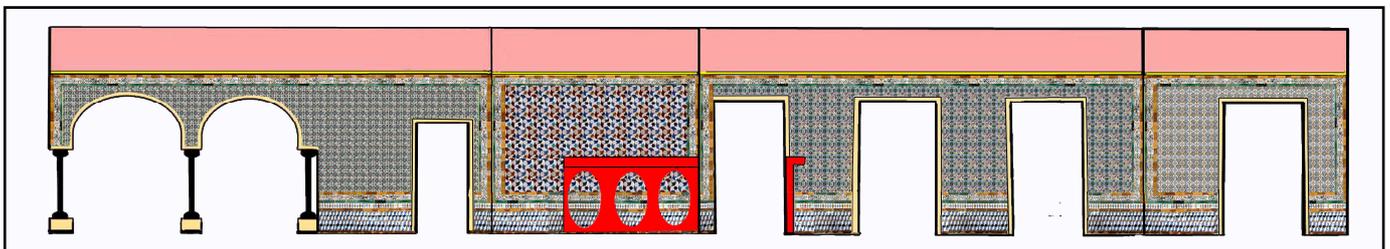
ANNEXE II : aménagement et décoration :

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



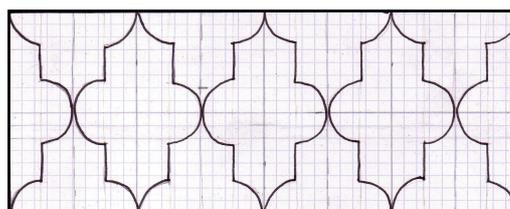
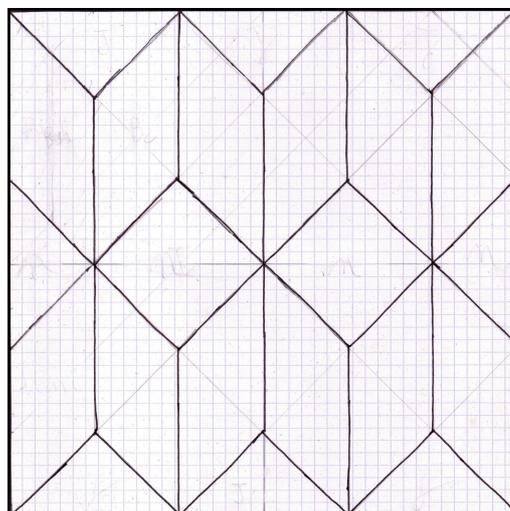
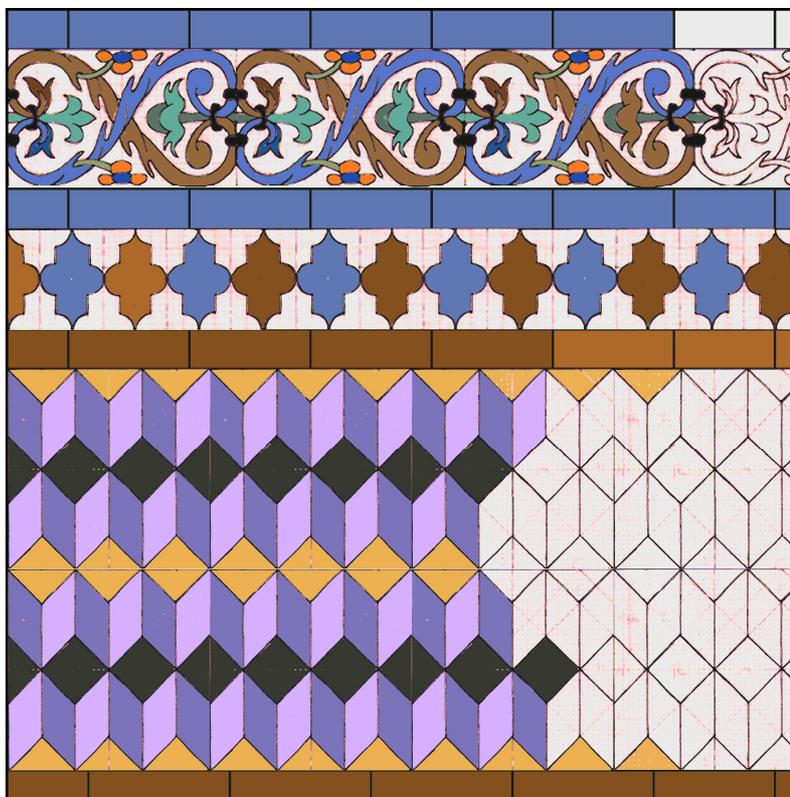
Le faux plafond de la pièce du milieu sera plus haut et aura deux pentes ; une cheminée occupera tout le mur du fond de cette même pièce.

Chacune de ces trois pièces aura un style différent.



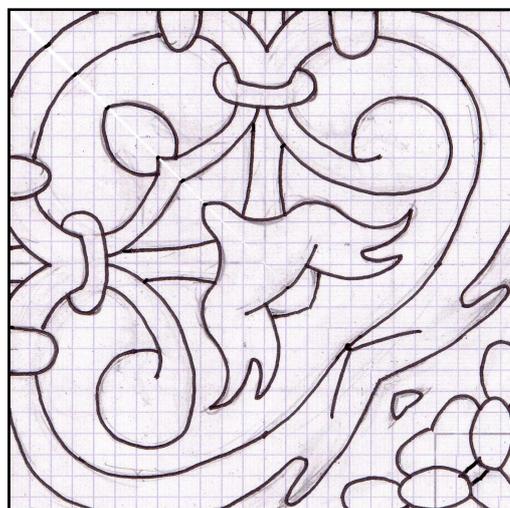
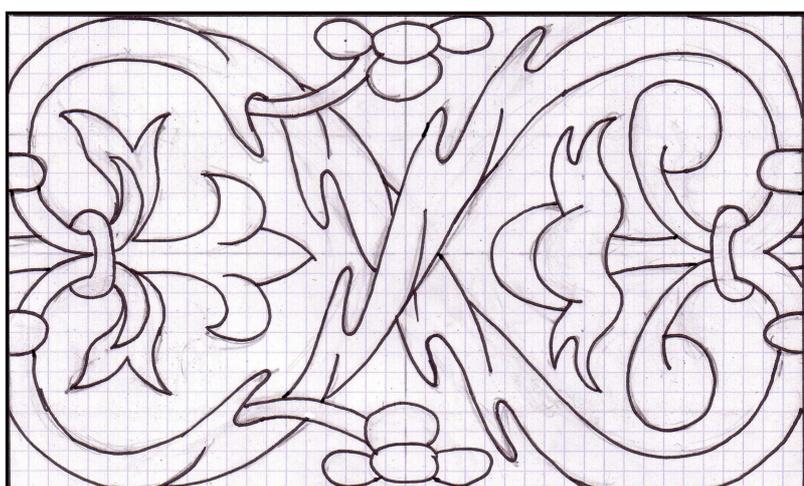
Pièce de style sévillan :

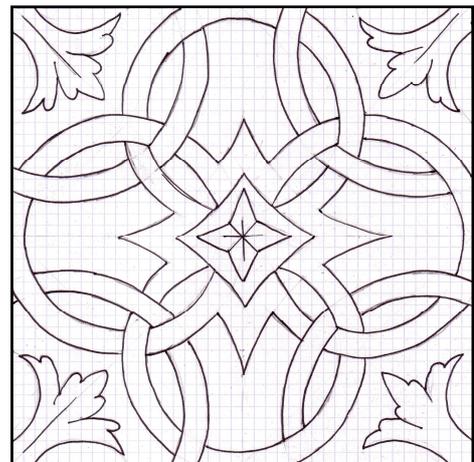
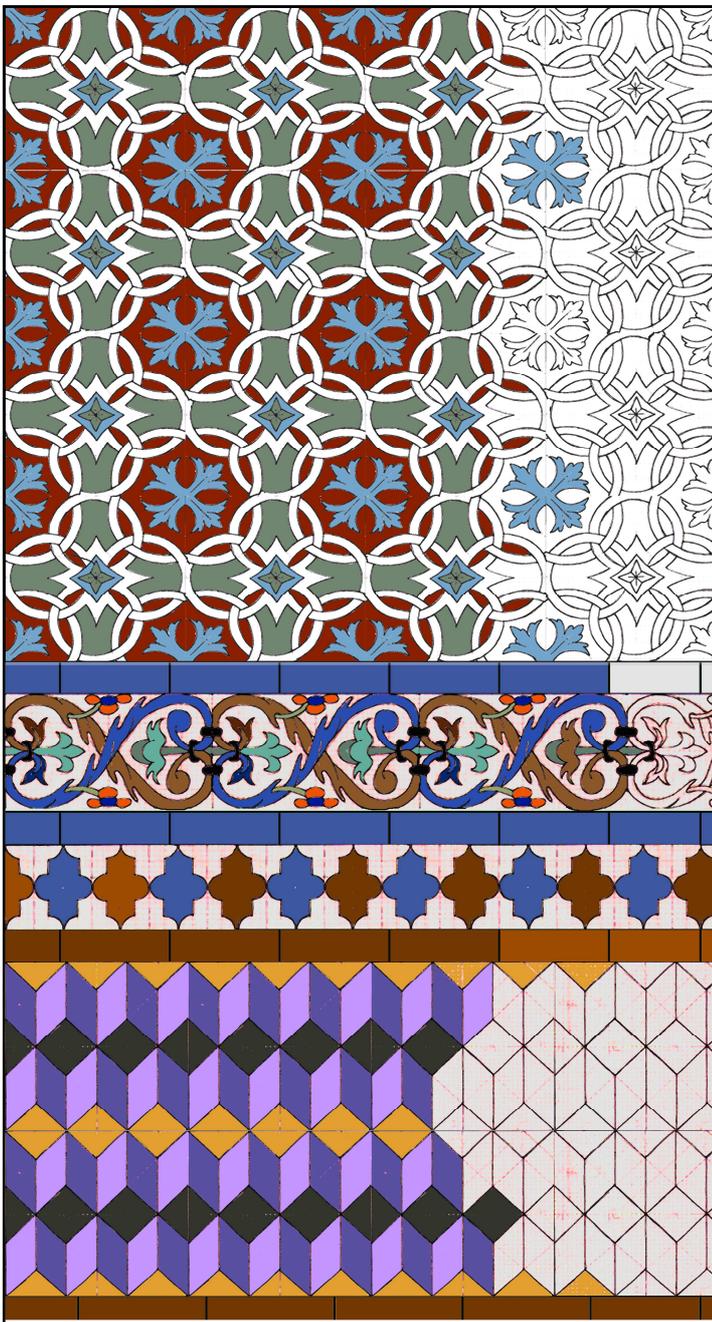
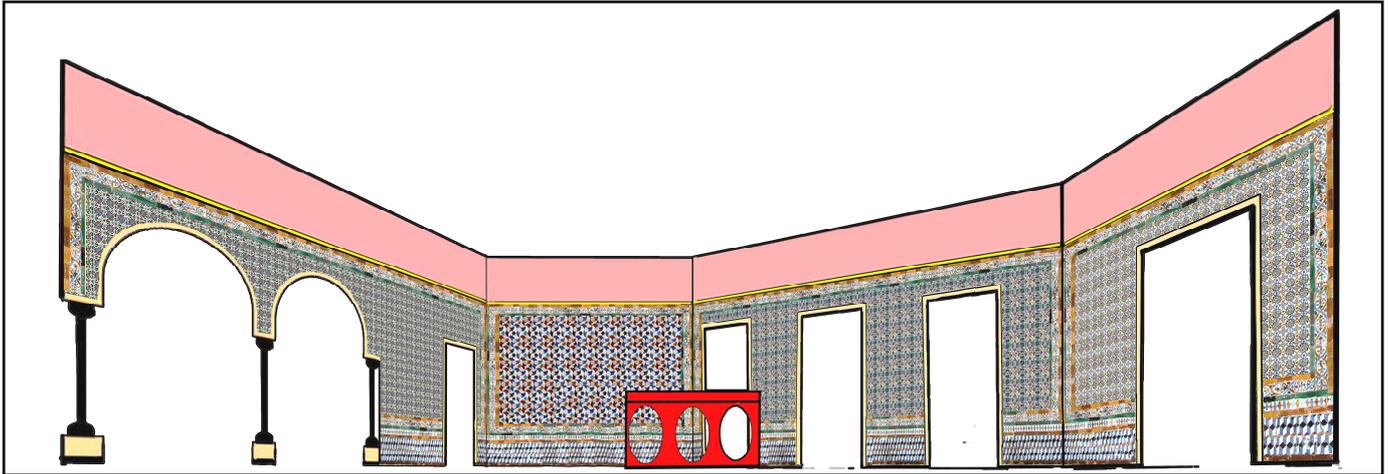
Le dessin et la disposition des mosaïques sont inspirés des panneaux de la Casa Pilatos à Séville.



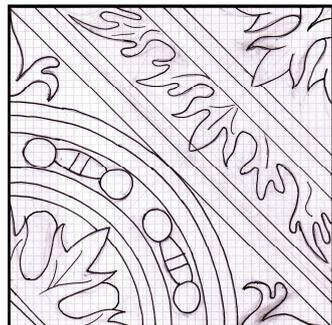
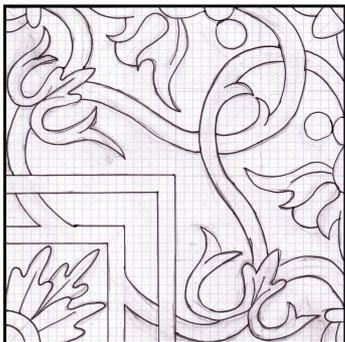
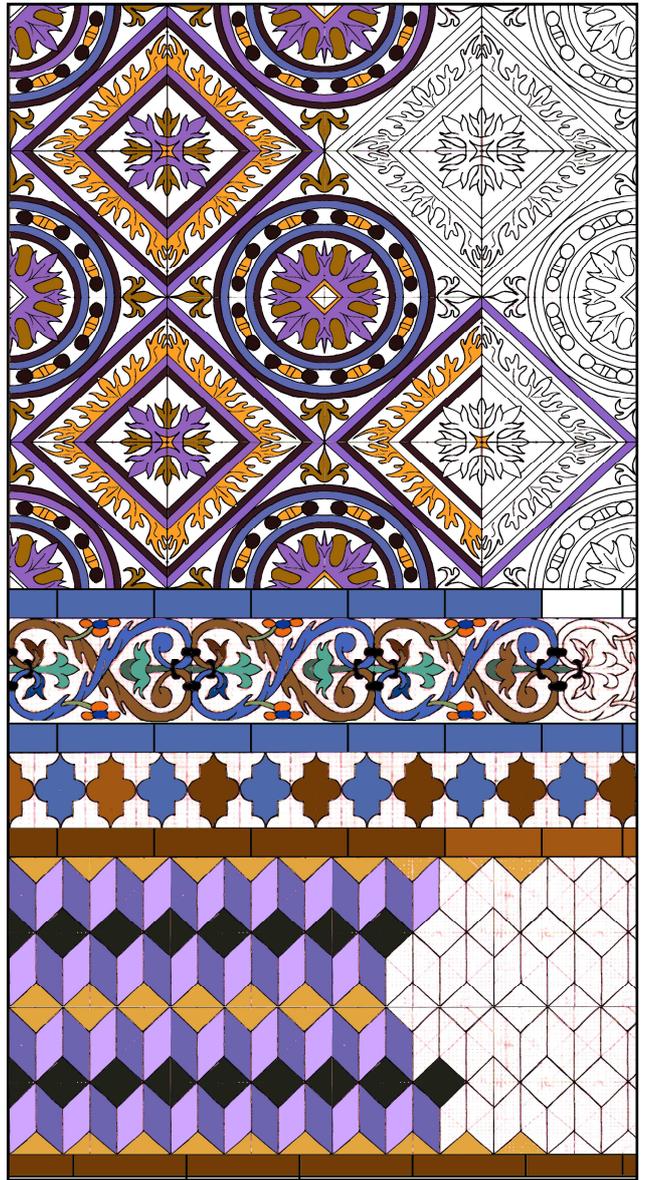
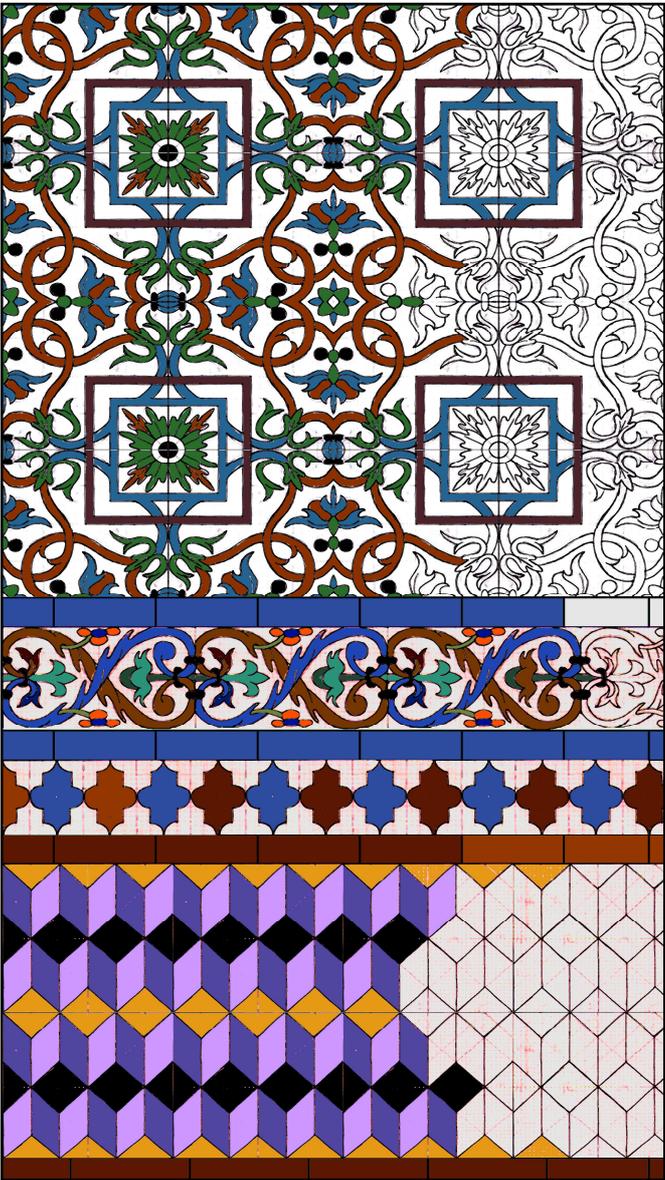
Les originaux de ces céramiques sont exécutés à la **cuerda seca endida** sur carreaux ; pour tailler l'argile, un seul emporte-pièce est nécessaire pour chaque type de motif.

Les céramiques seront exécutées à la **corde sèche**.

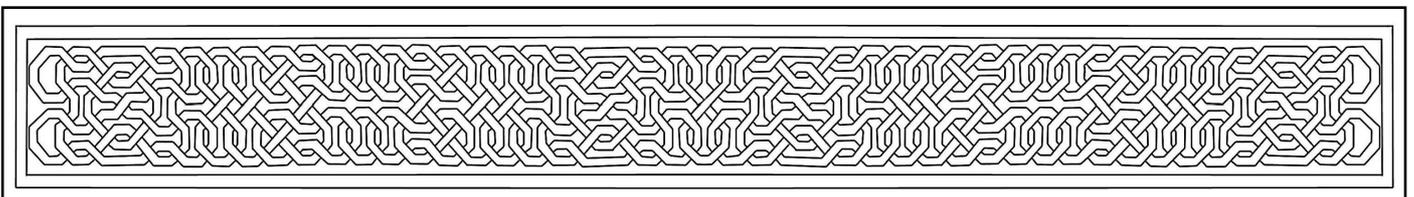
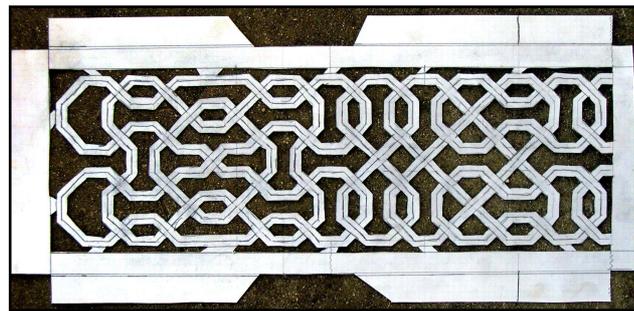
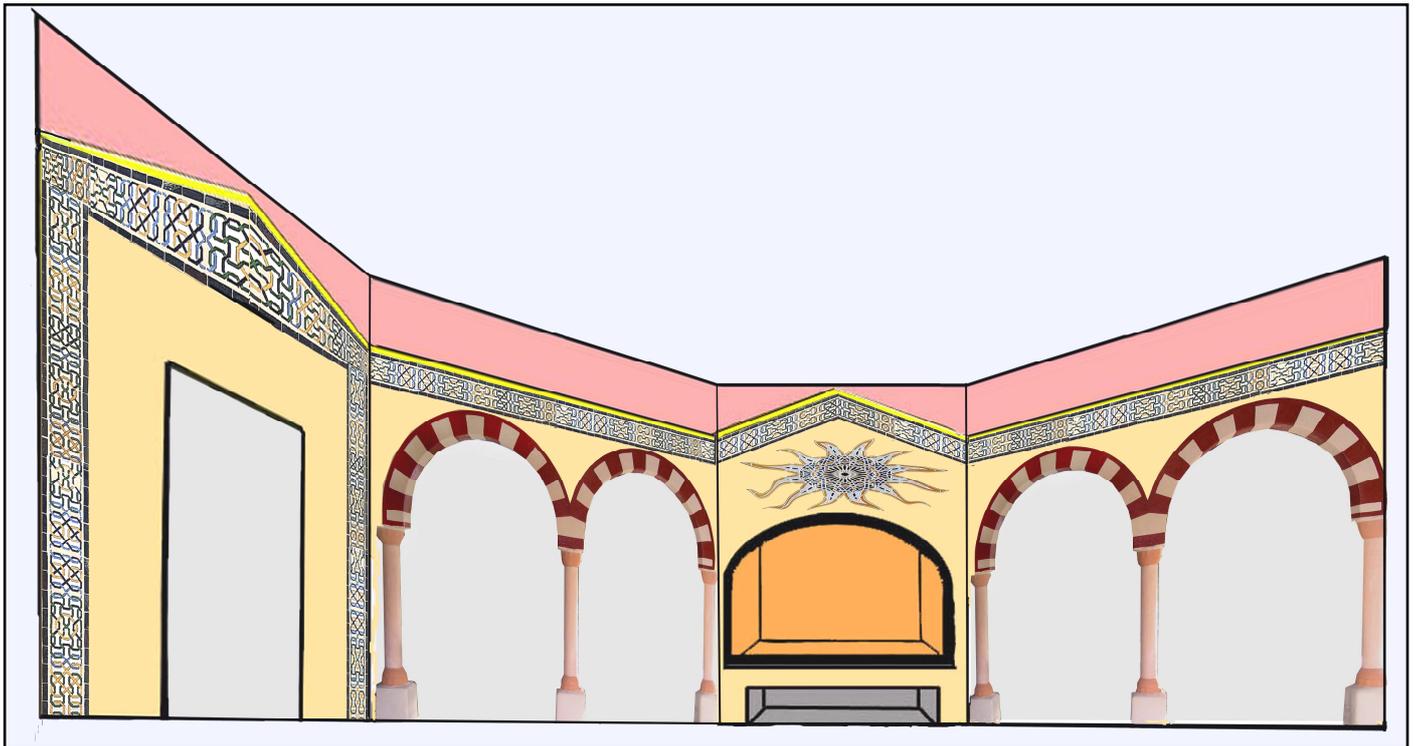




Chaque mur est prévu avec un motif différent ; les frises assurent l'unité de l'ensemble.



Pièce de style andalou :



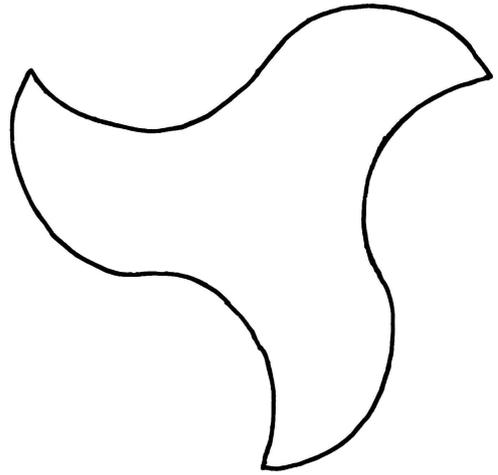
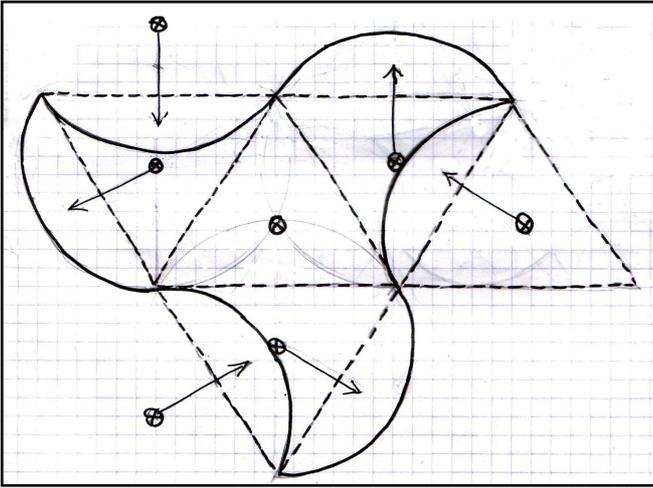
Cette pièce comporte une frise formée d'entrelacs colorés qui suit la partie haute des murs. Elle est déformée pour donner un effet de perspective et donner plus de volume.

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

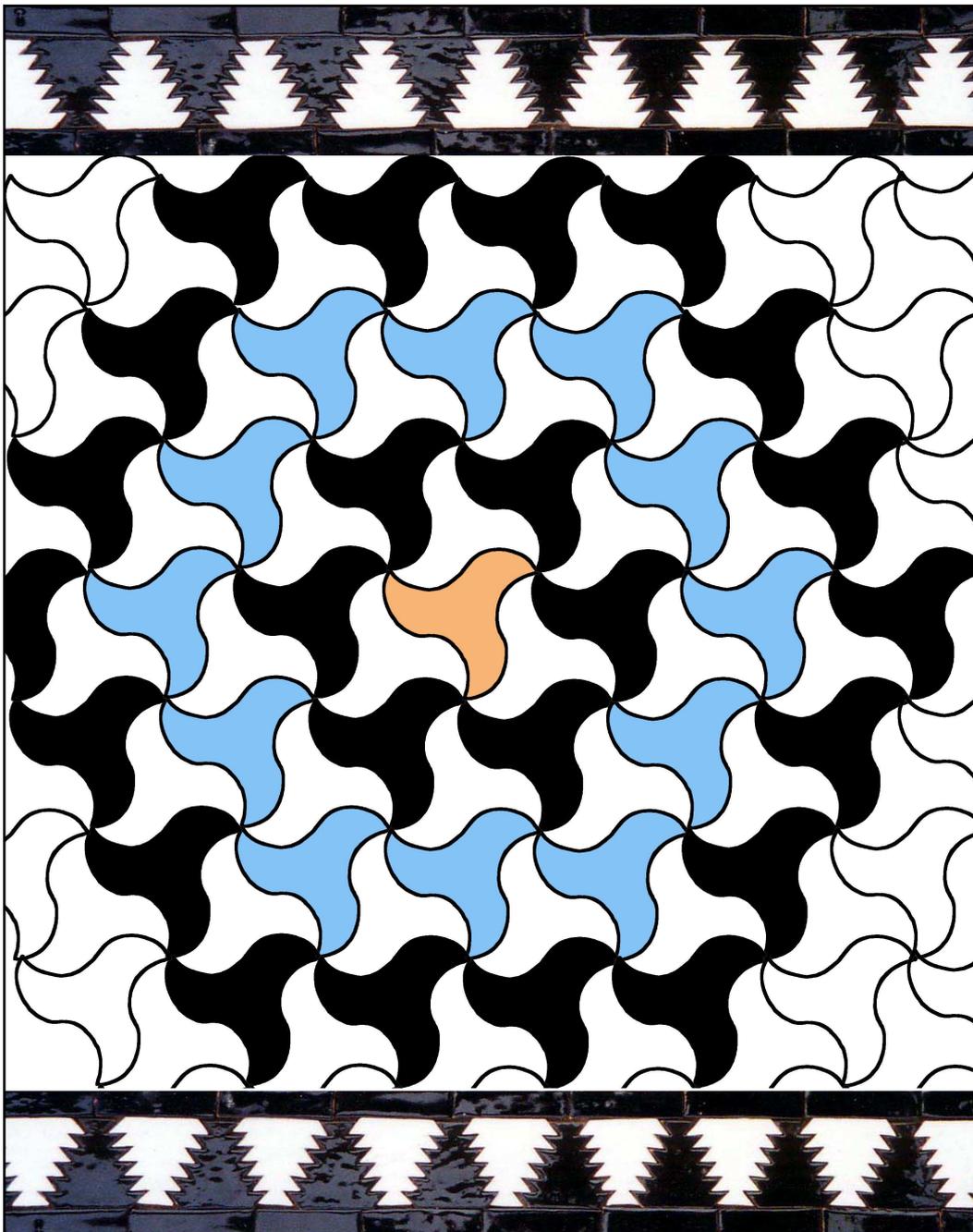
Sur le manteau de la cheminée, trône un soleil aplati et déformé pour donner l'aspect des flammes. Un procédé informatique, présenté au paragraphe suivant, permet de dessiner et de produire ces déformations. Pour dessiner ce motif sur mosaïque, chaque gabarit est imprimé à l'échelle 1 et reproduit par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

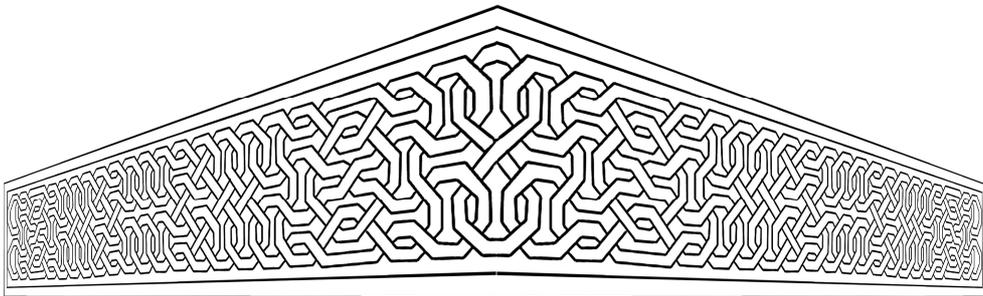
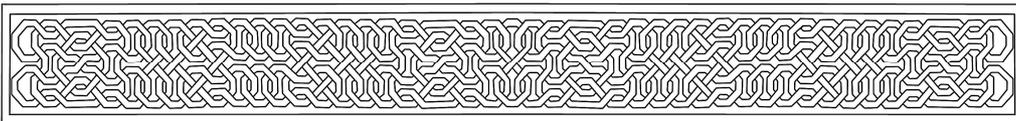
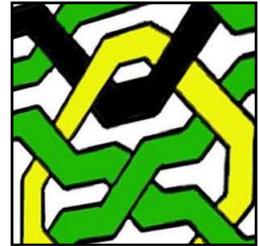
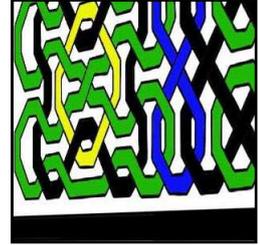
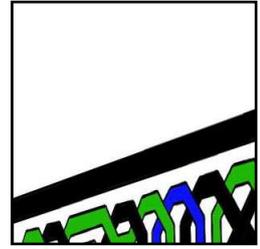
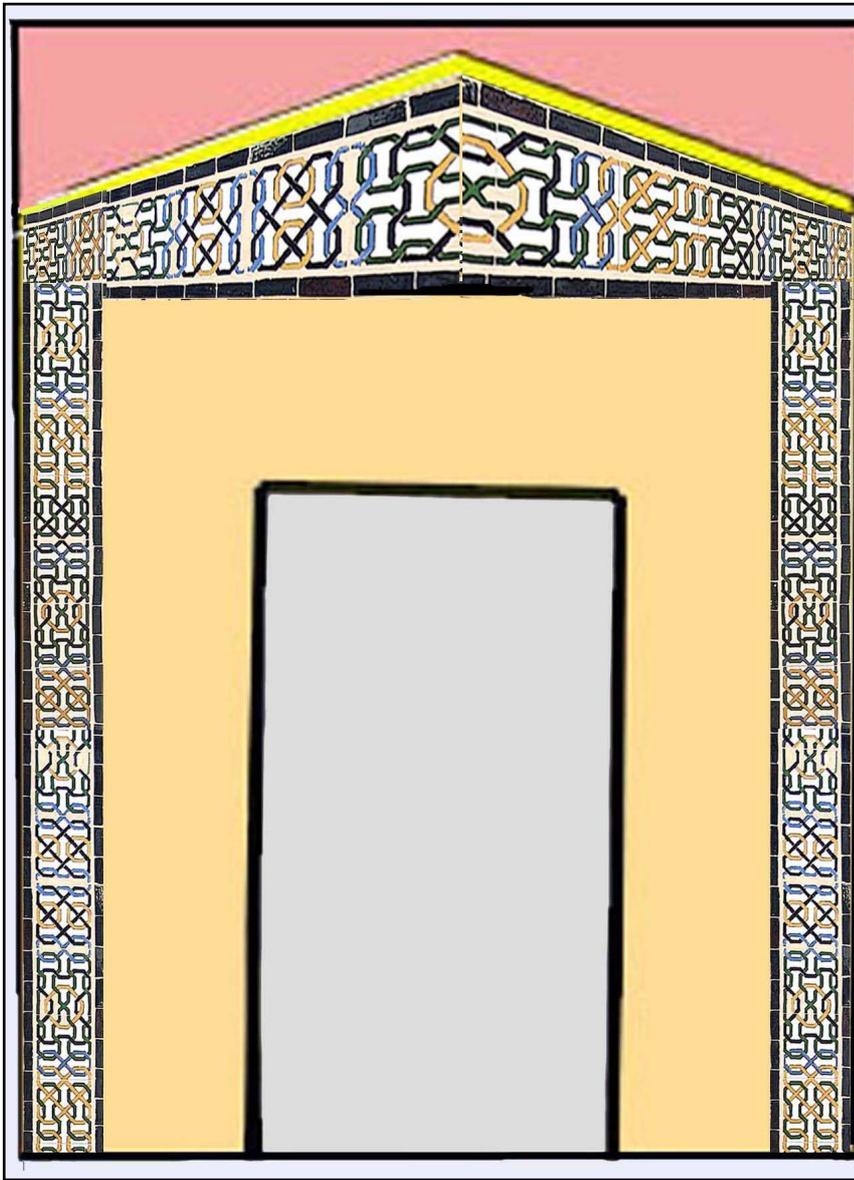
Dans les pages suivantes, chaque modèle est présenté avec son gabarit non découpé et sortant de l'imprimante à l'échelle exacte du biscuit.

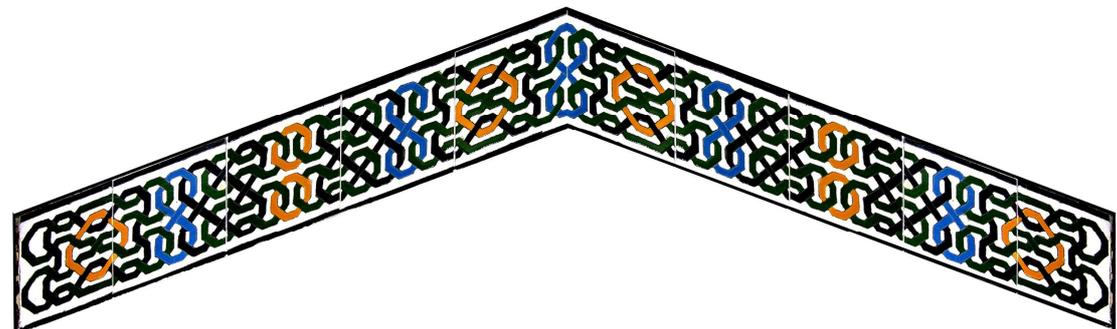
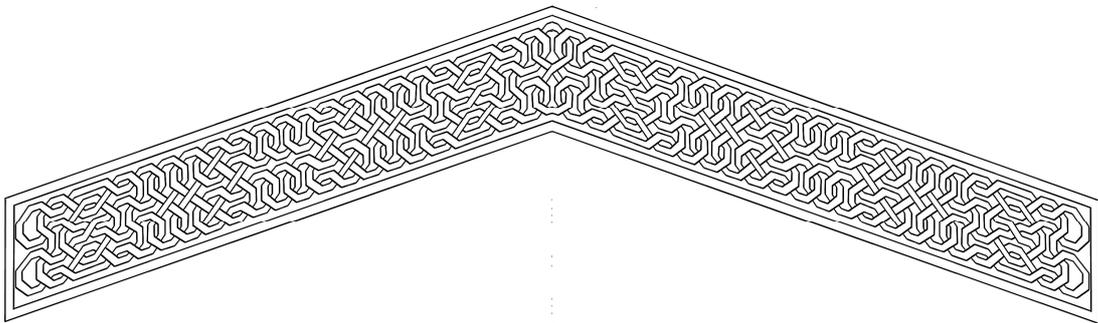
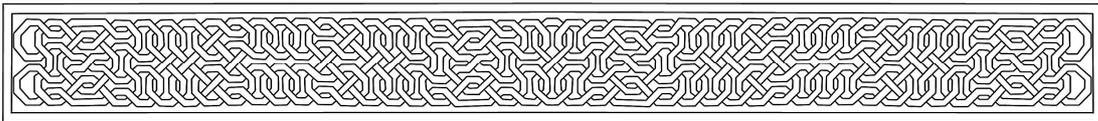
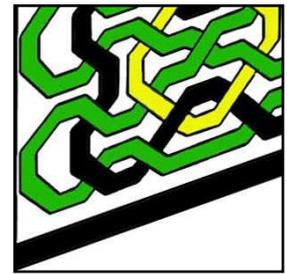
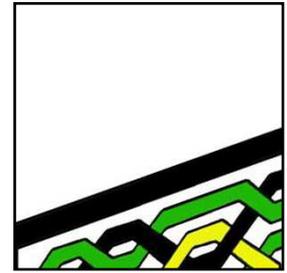
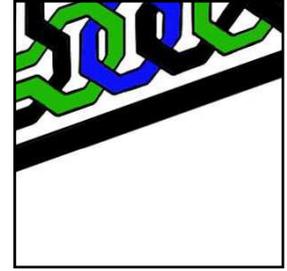
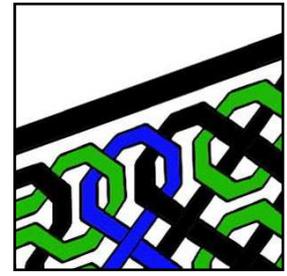
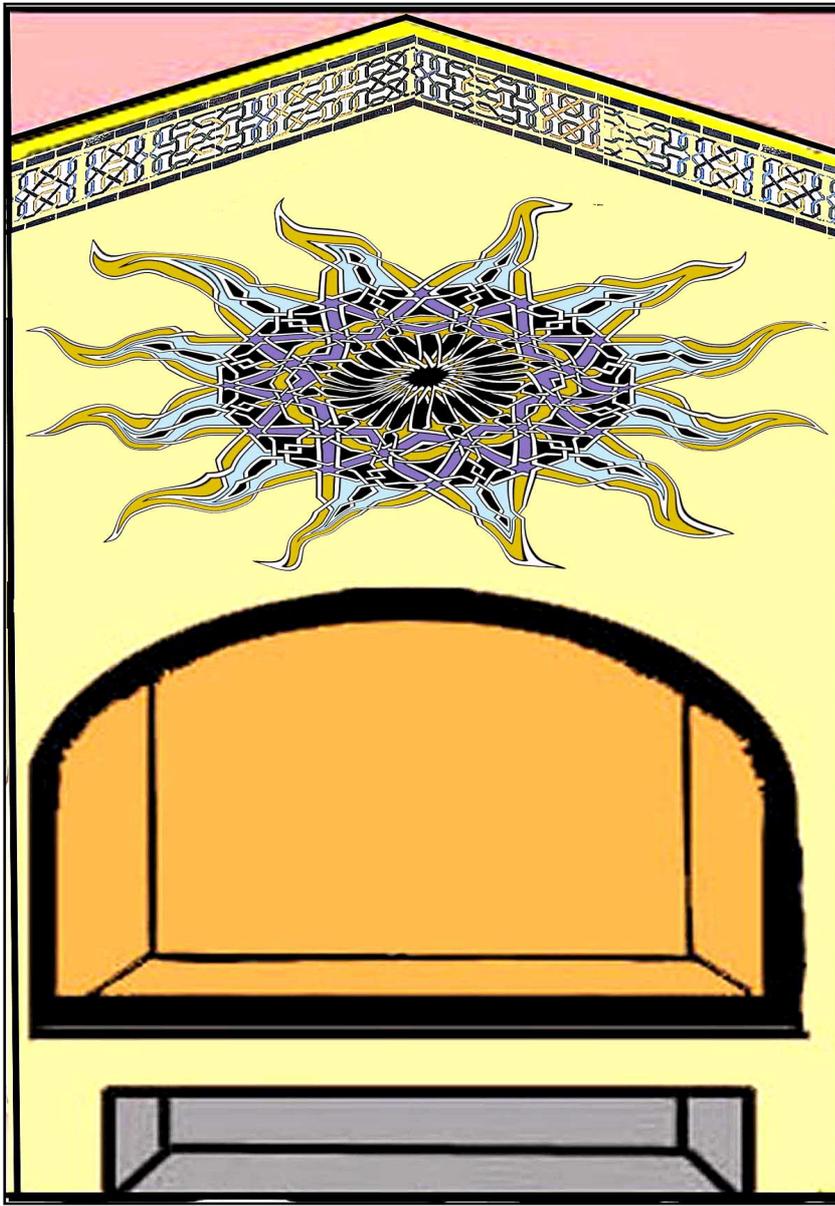
Motif de sol :

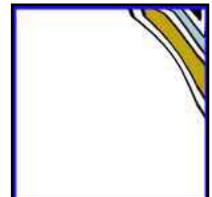
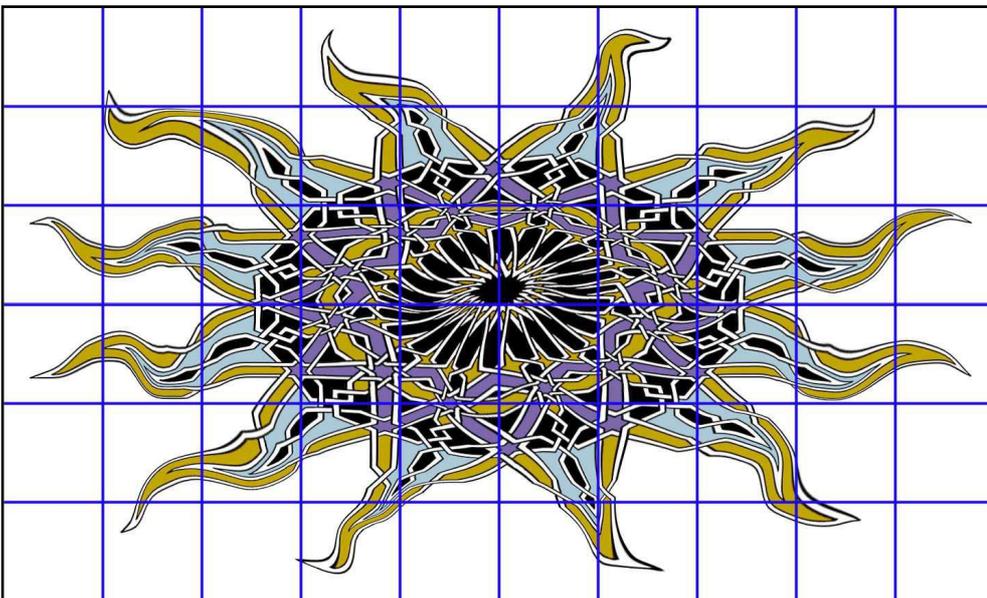
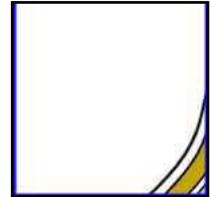
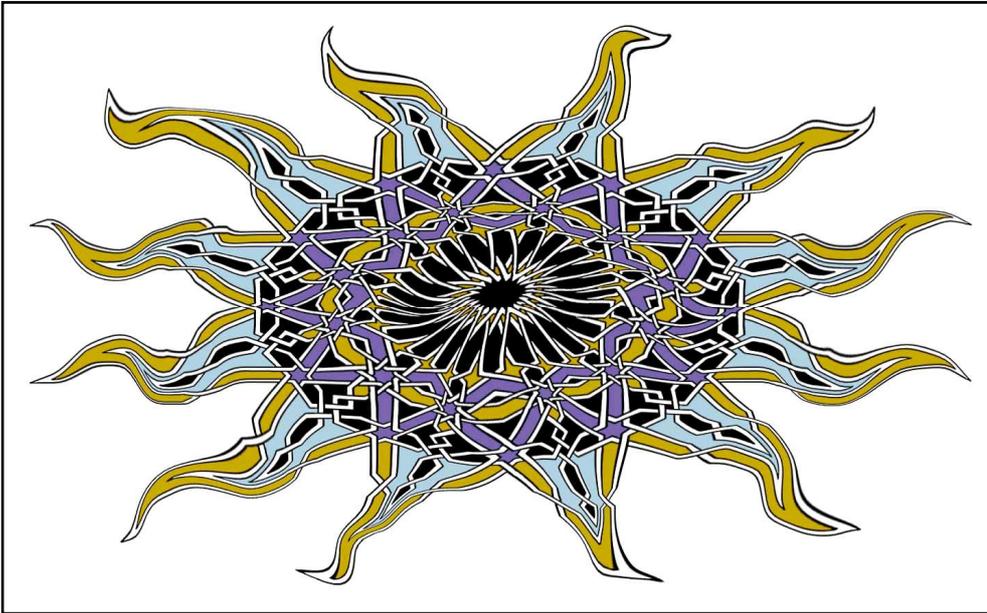
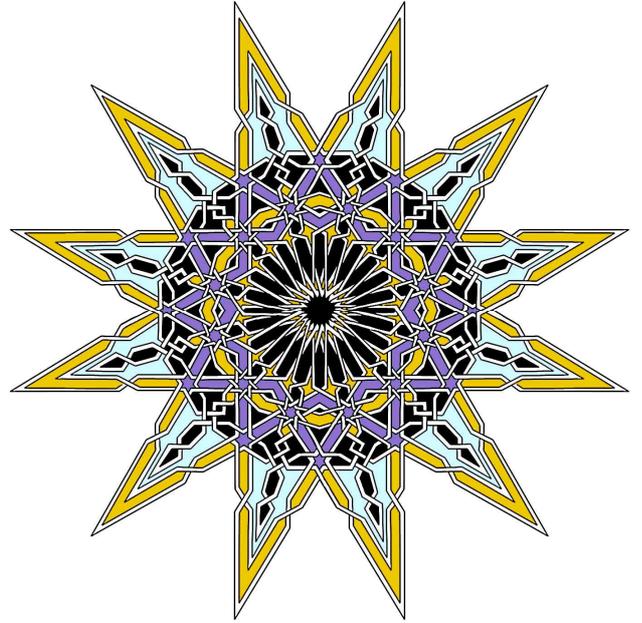
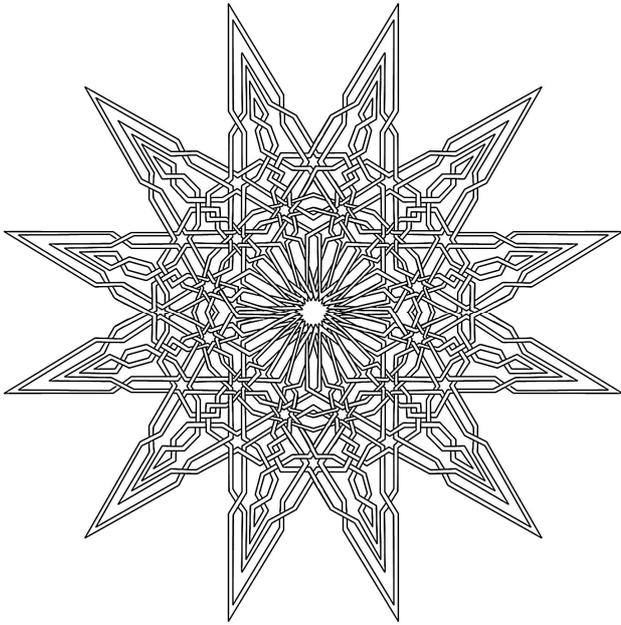


Ce modèle se construit à partir d'un pavage de triangles équilatéraux étudié précédemment.







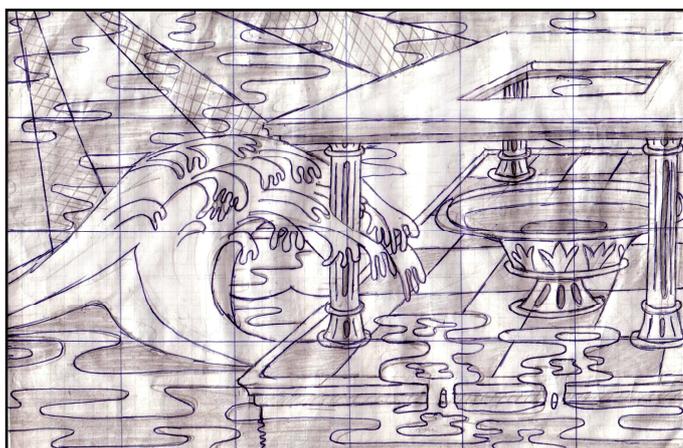


Construction d'un panneau allégorique :

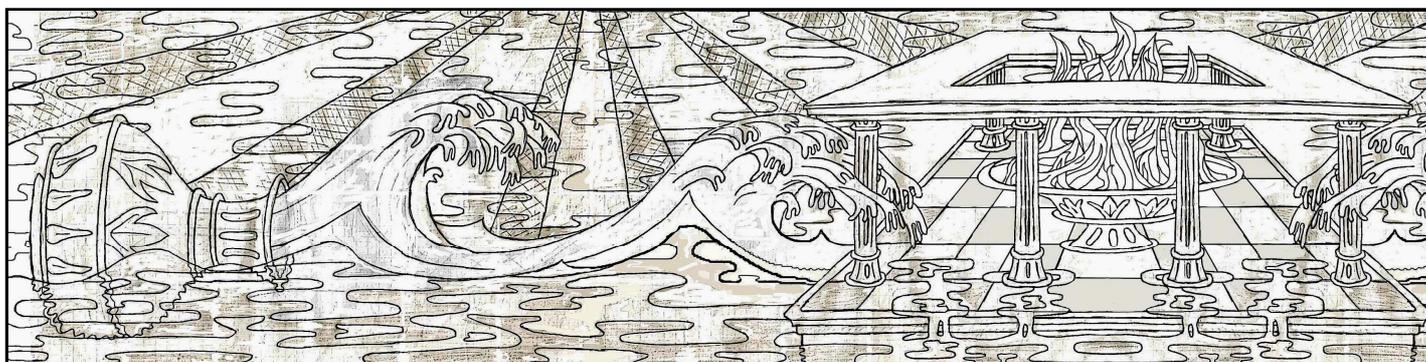
Les parois de la pièce sont recouvertes d'une fresque allégorique représentant la bataille de l'eau contre le feu, thème zoroastrien par excellence. Le dessin s'enroule autour de la pièce, il n'y a ni début, ni fin.

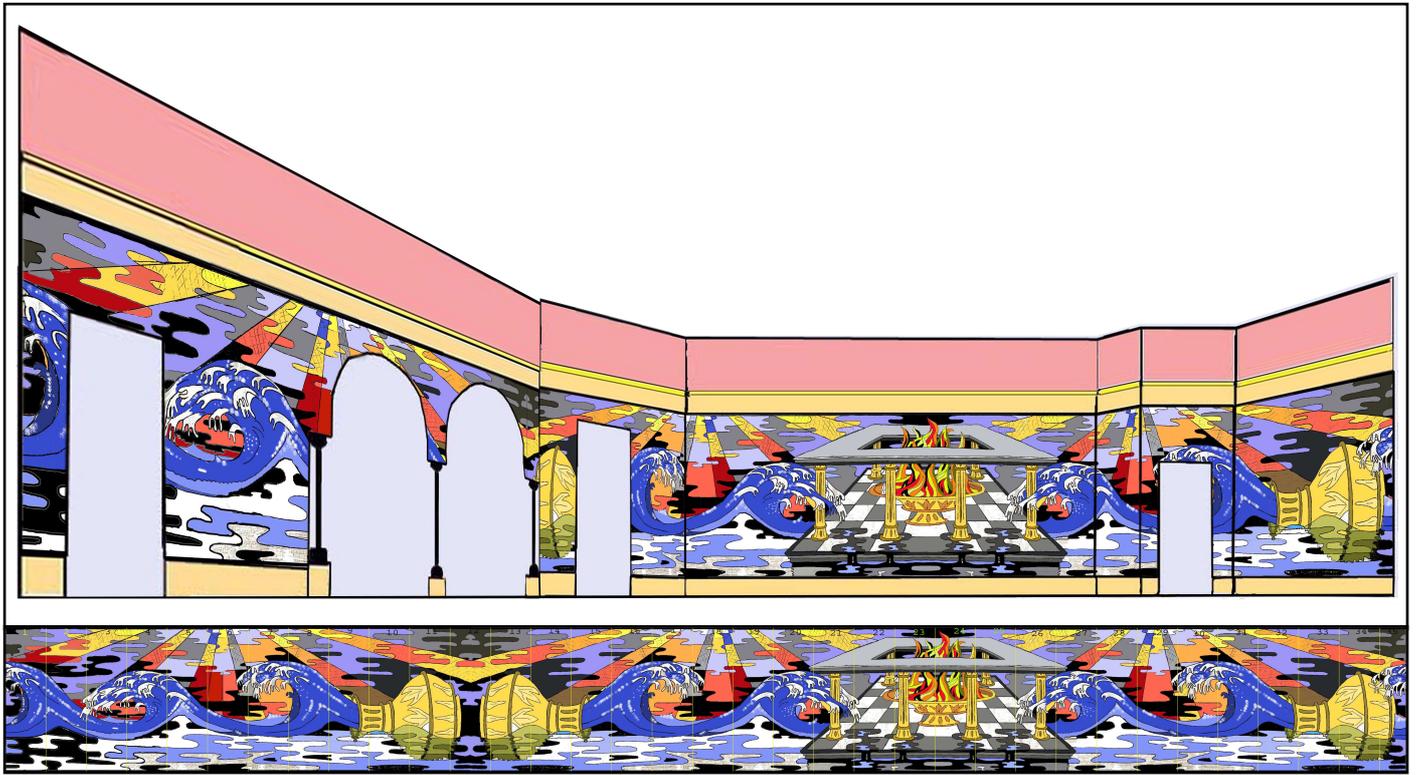
L'ensemble est réalisé en carreaux 20 X 20 et nécessite 35 fournées.

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.

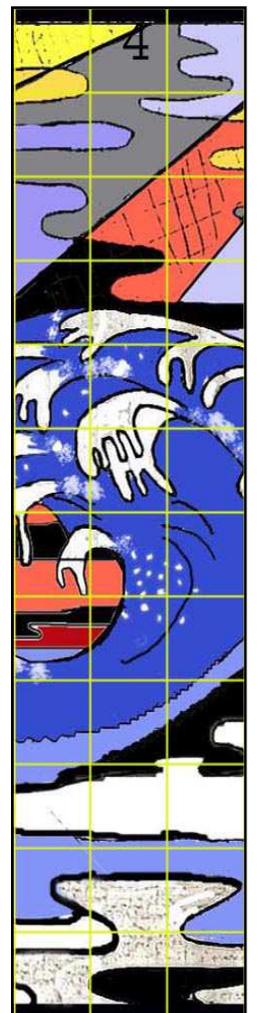
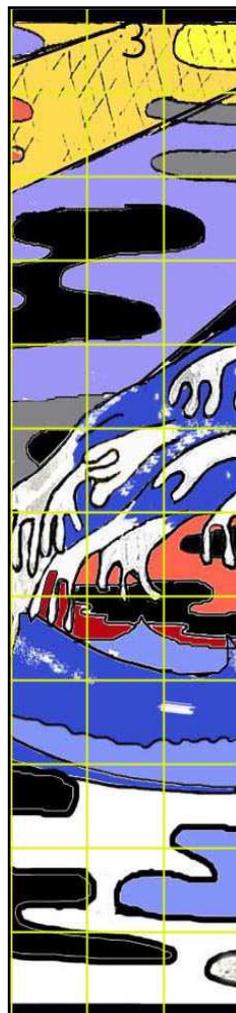
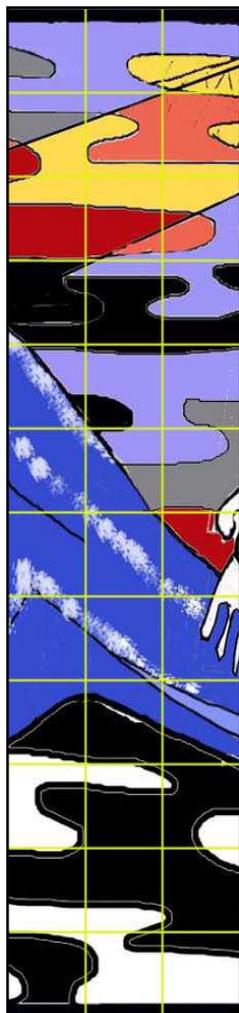
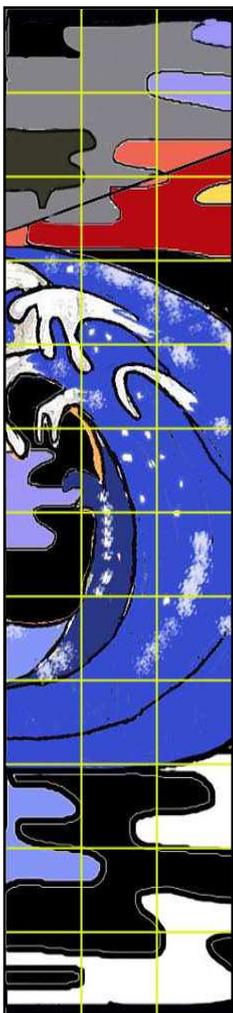


Les deux dessins ci-dessus sont réunis, quelques éléments sont changés et l'ensemble est colorié. Par symétrie, le départ de la frise bandeau est lié à son arrivée pour que l'ensemble paraisse infini.



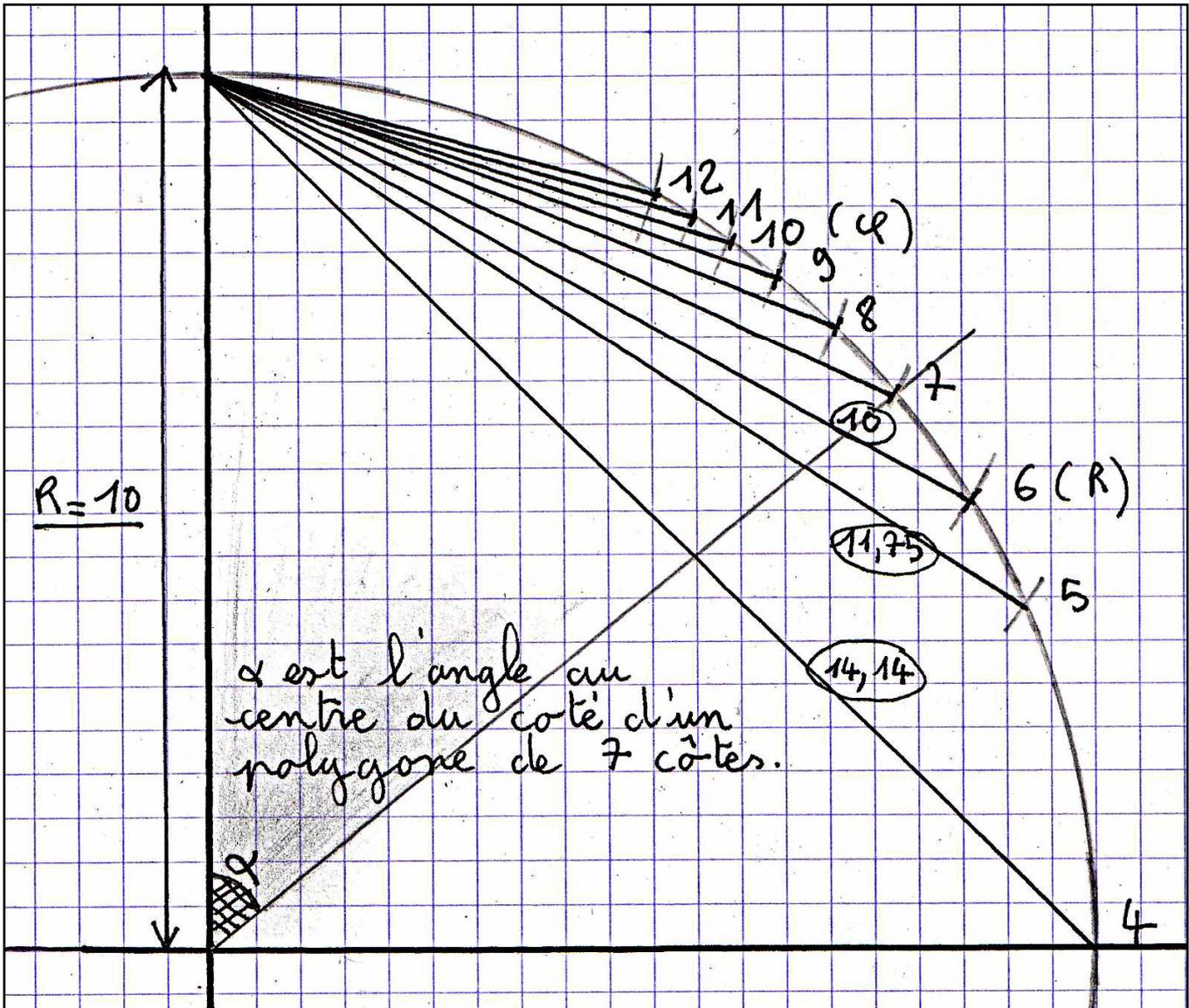


Chaque panneau présenté ci-dessous représente les quatre premières fournées, chacune formée de 36 carreaux, soit l'utilisation de quatre gazettes.



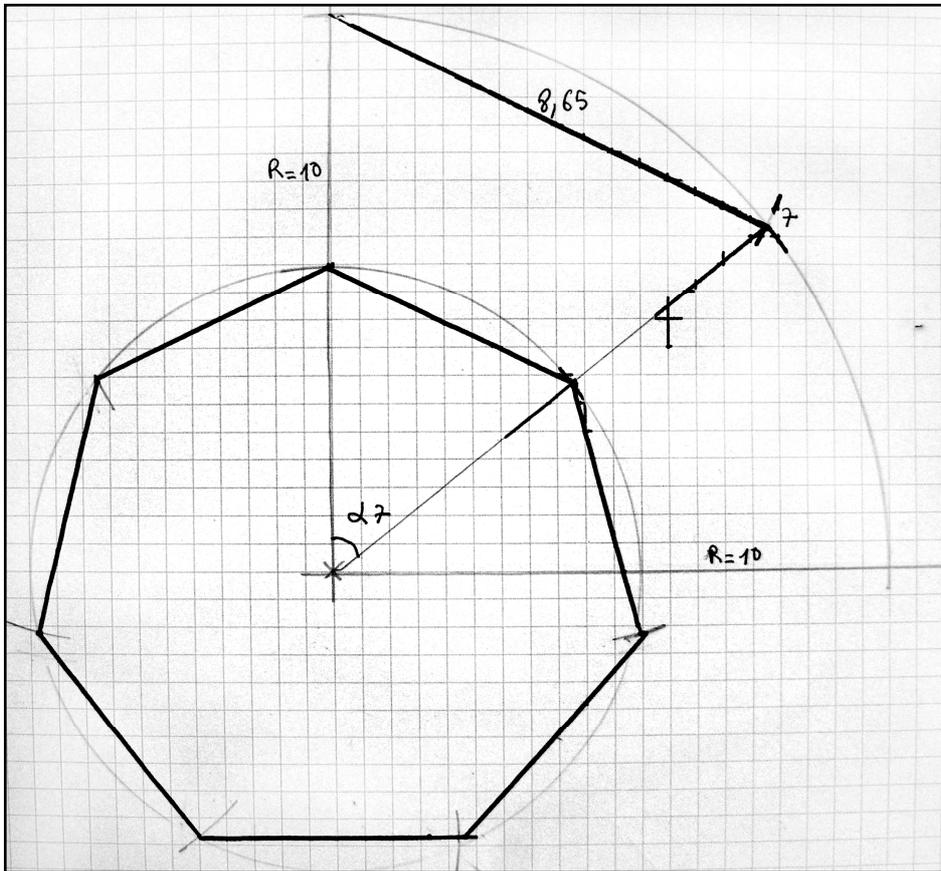
• Construction simplifiée des polygones :

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

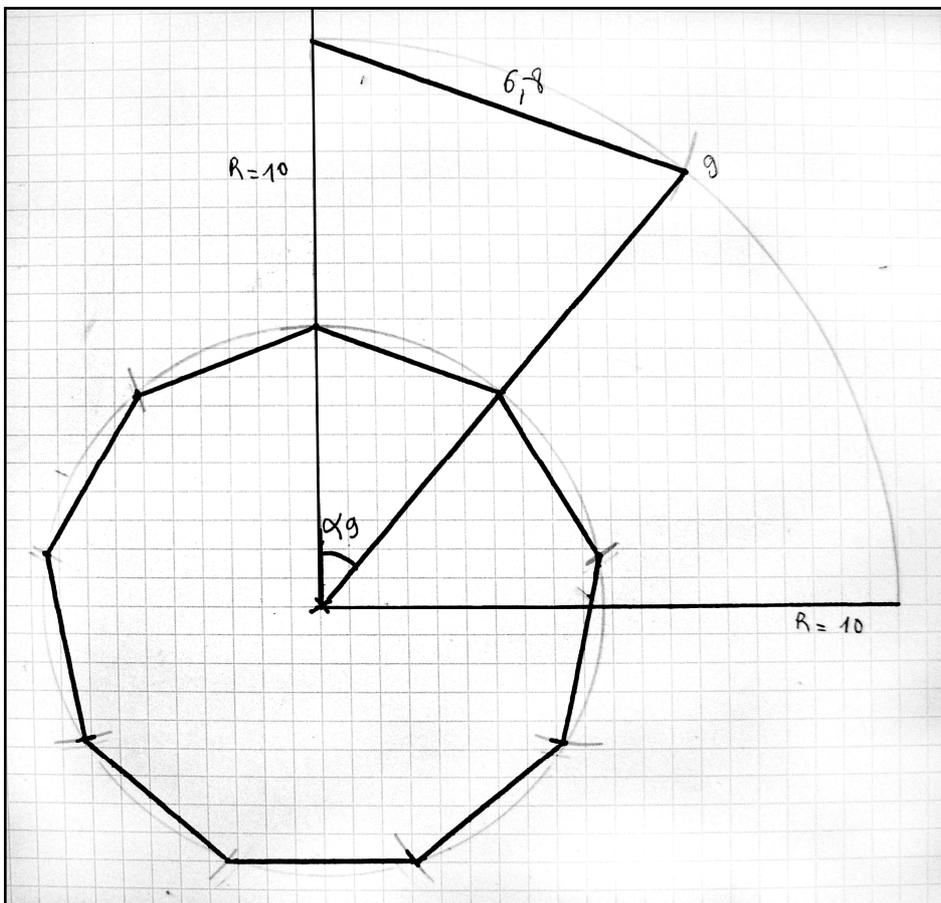


Nombre de côtés :	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mesure de la corde :	14,14	11,75	10	8,65	7,7	6,8	6,18	5,6	5,2

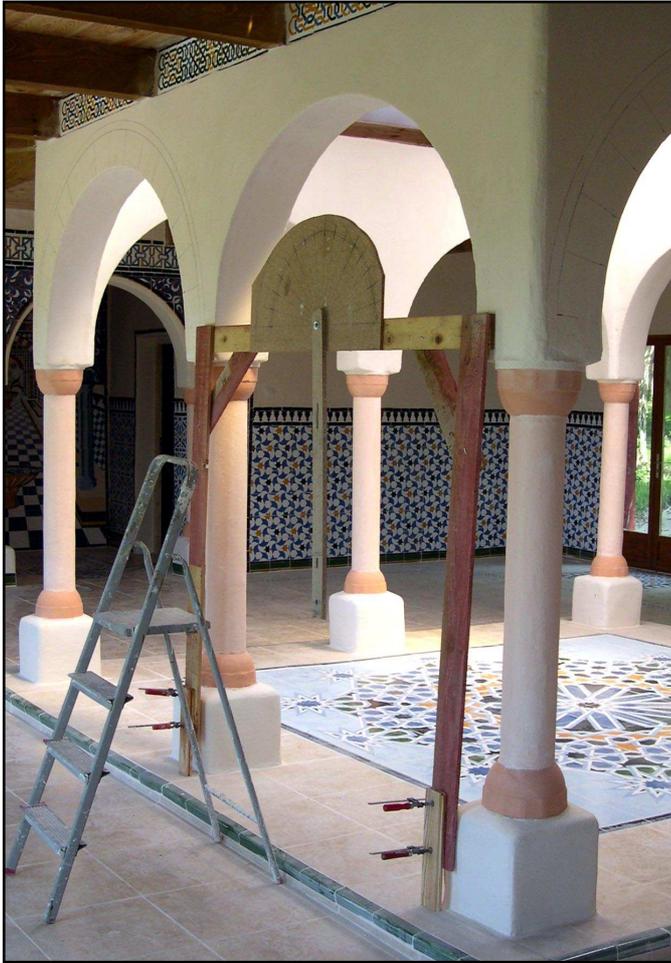
1. Construire un cercle de rayon 10 cm.
2. Sur ce cercle, construire la corde de mesure correspondant à la valeur du tableau en centimètres ; c'est la mesure du côté du polygone cherché incluse dans un cercle circonscrit de 10 cm de rayon.
3. Pour un polygone plus petit, tracer d'abord son cercle circonscrit, la construction du nouveau polygone est parfaitement lisible.



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



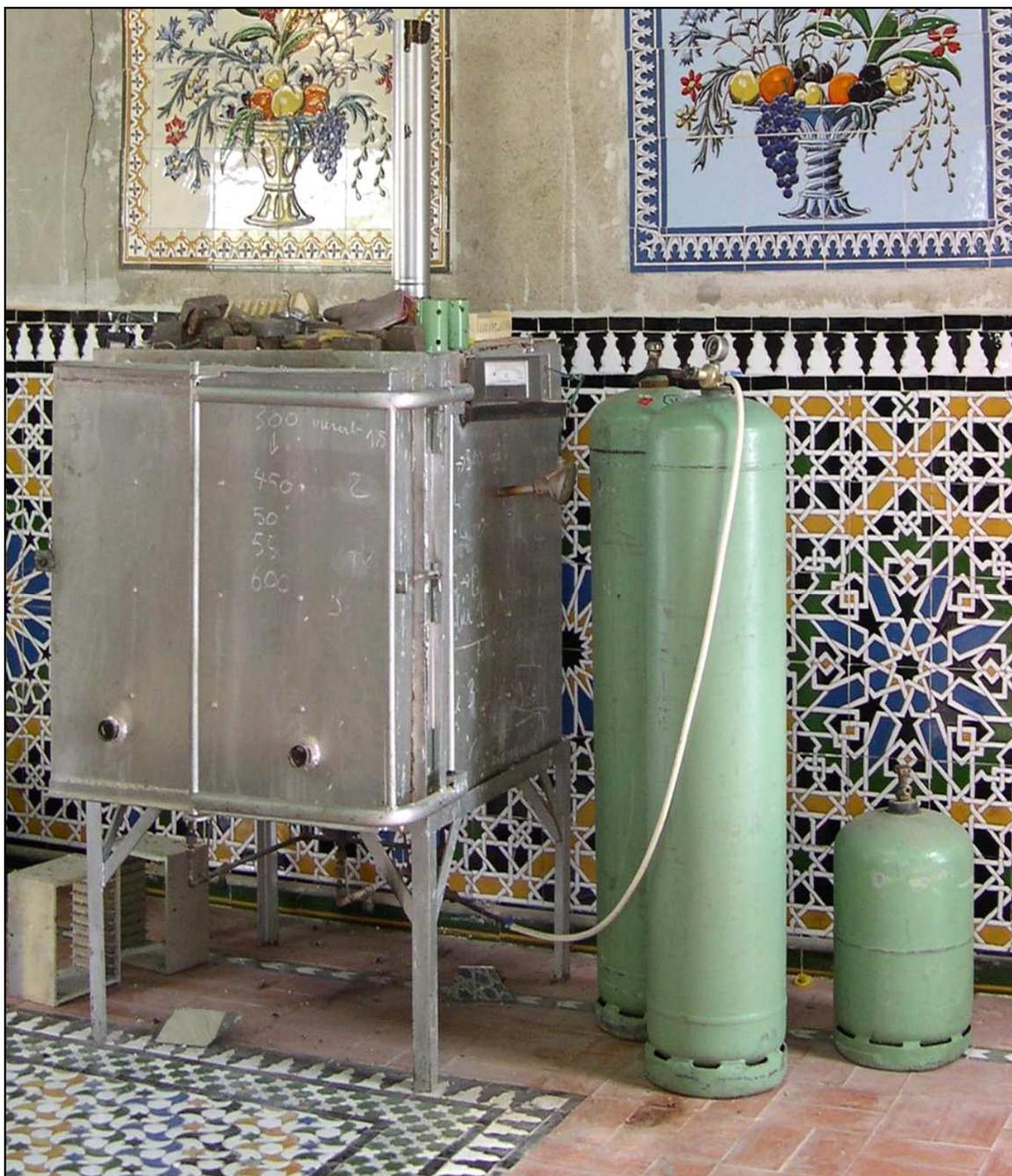
• ANNEXE III : traçage du dessin de voûte



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.



- ANNEXE IV : fabrication d'un four à gaz :



Four à gaz dont le volume permet de cuire un mètre 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 conséquent l'ensemble du four n'est plus déplaçable.

Le gaz présente de nombreux inconvénients :

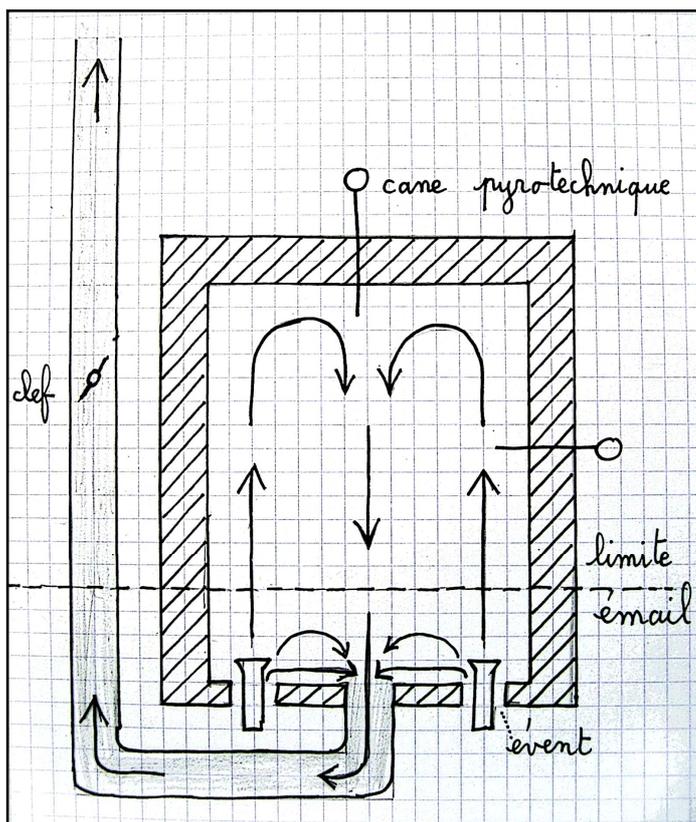
- Danger d'**intoxication** par les gaz brûlés.
- Danger d'**explosion** par l'extinction de tous les brûleurs.
- Pas de programmation automatique des fournées.

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 :

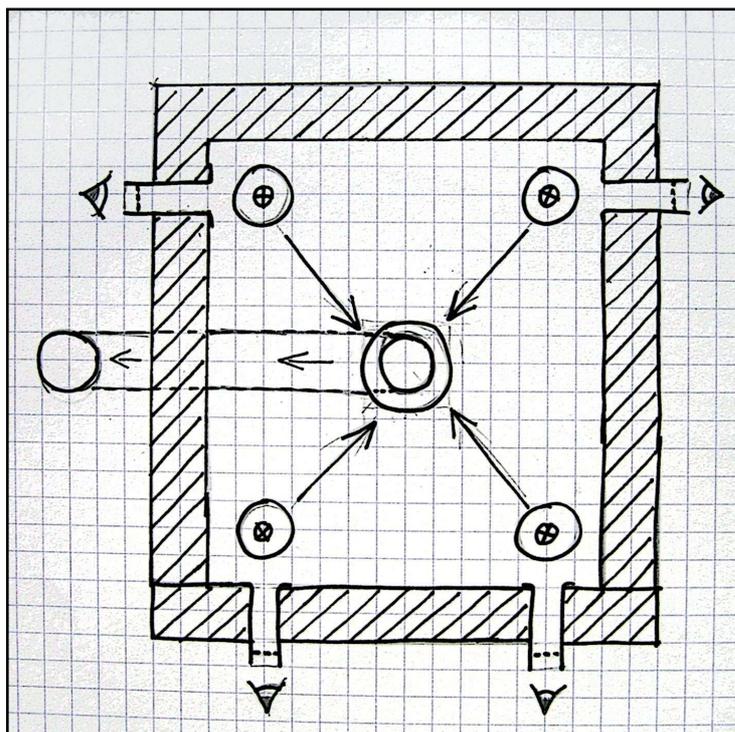
- D'équilibrer la pression intérieure avec la pression extérieure.
- D'allumer occasionnellement les brûleurs sans ouvrir.
- De pallier un mauvais réglage de la clef de la cheminée ; si le tirage de la cheminée est trop important l'air frais passe directement de l'évent dans la cheminée.

Le four fonctionne par convection : 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.

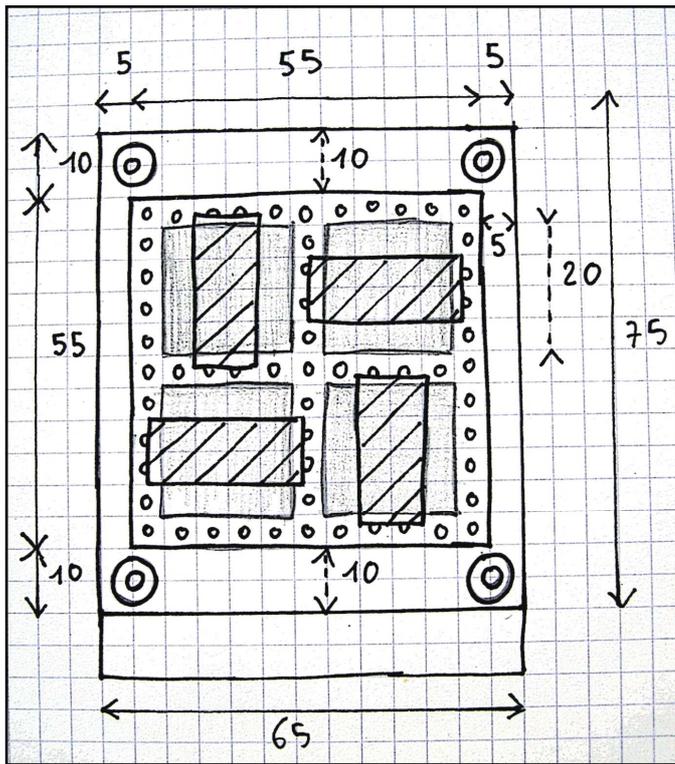
Visualisation de l'intérieur :

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.



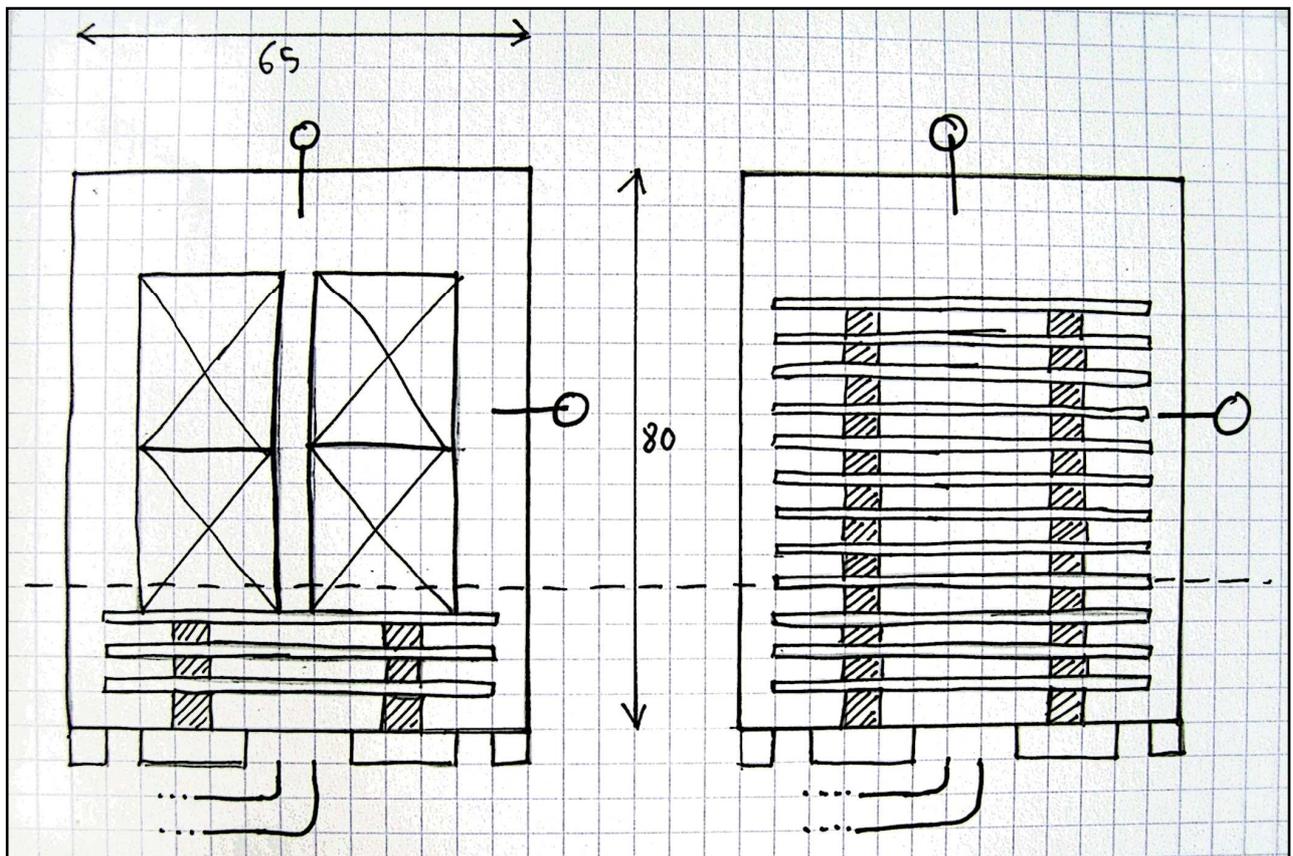
Chargement du four :



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 convection 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 convection lorsqu'on commence à pousser les feux ; c'est vraiment le seul moment à surveiller.
- Lorsque la convection a été amorcée, jamais de problèmes.



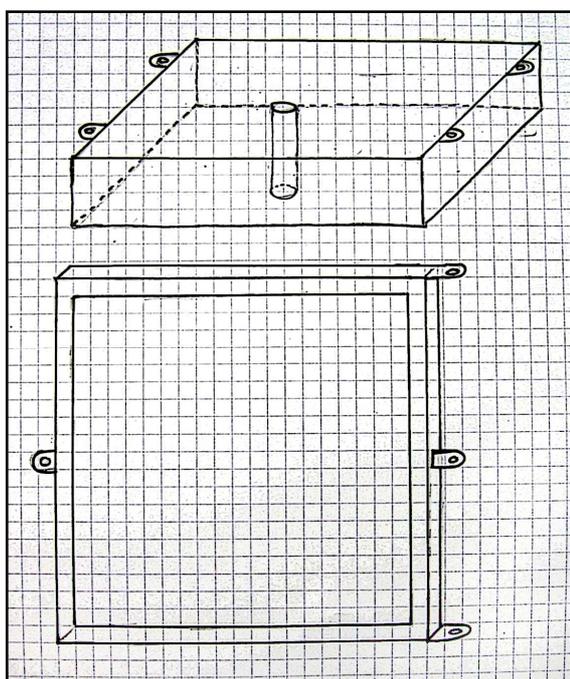
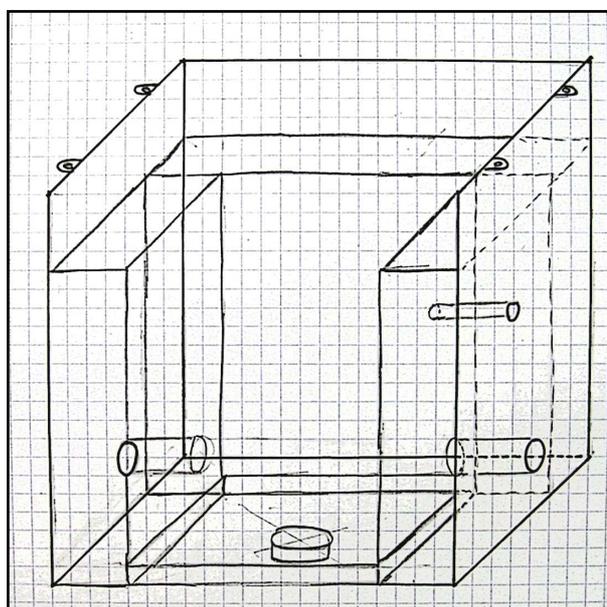
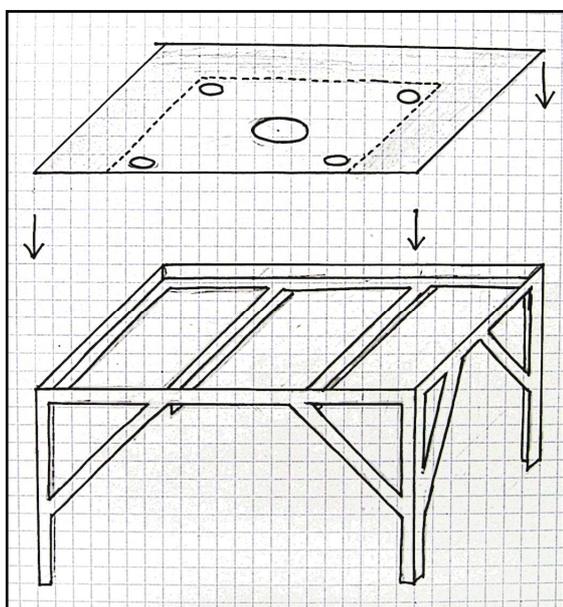
Construction du four

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 :



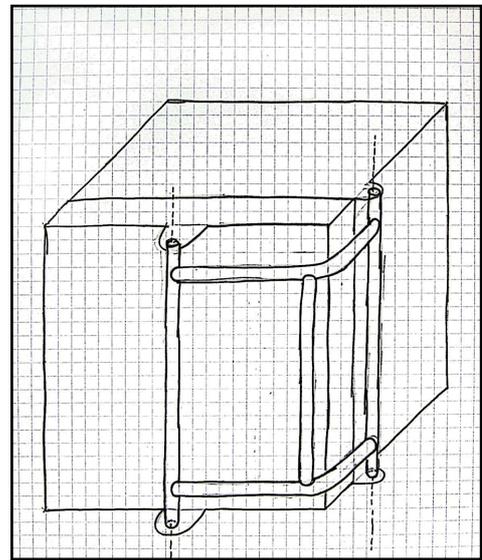
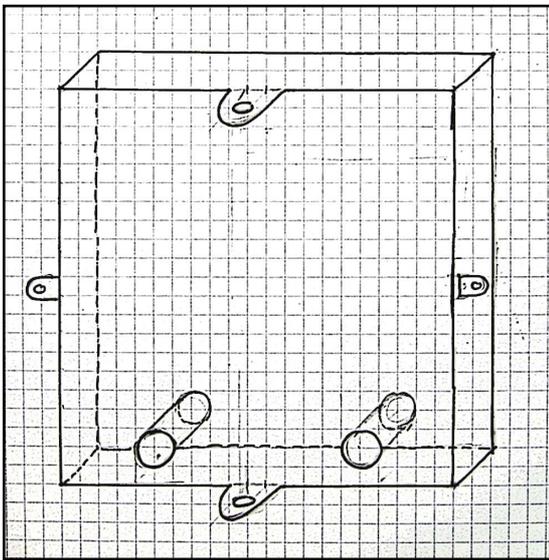
- Commencer par préparer les pieds du support. Le four chargé est lourd, le plancher doit donc être **renforcé** avec une tôle de 0,4 cm. Avant la pose percer les événements des brûleurs et le trou de la cheminée.

- La carcasse, d'une seule tôle pliée de 0,2 cm, est posée sur le fond. Prévoir tous les événements, le trou des sondes et la fixation du toit.

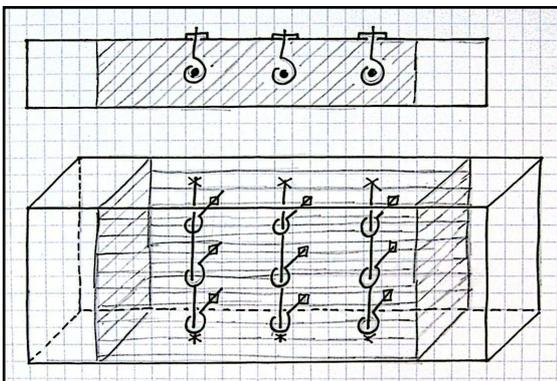
- Le coude de la cheminée sera placé en bas, sous l'isolation de sol amovible car il faut prévoir le changement fréquent de ce coude.

- 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.



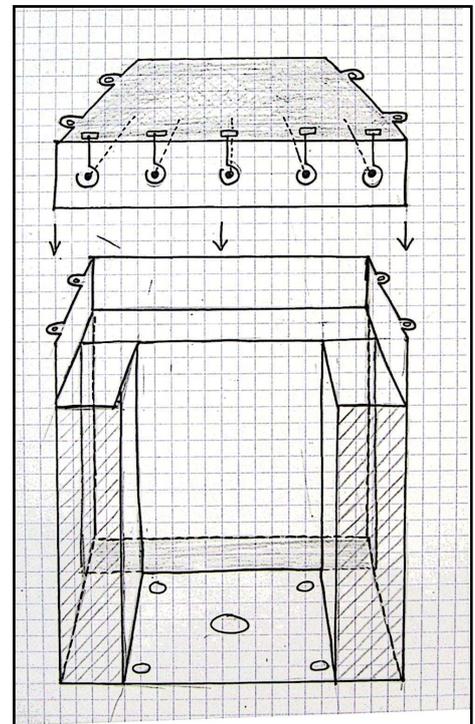
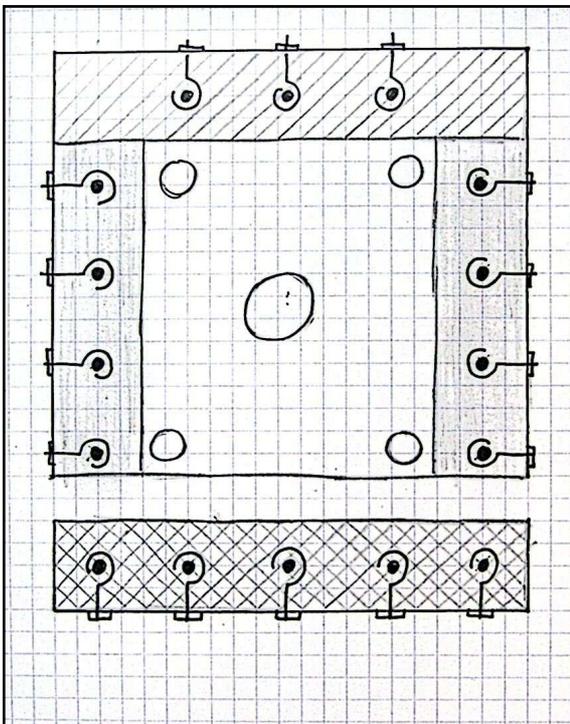
3. Pose de l'isolation.



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.

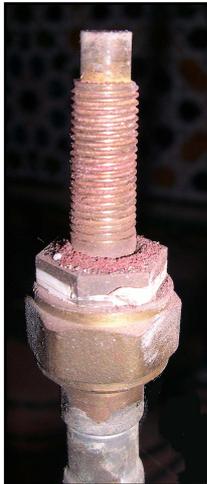
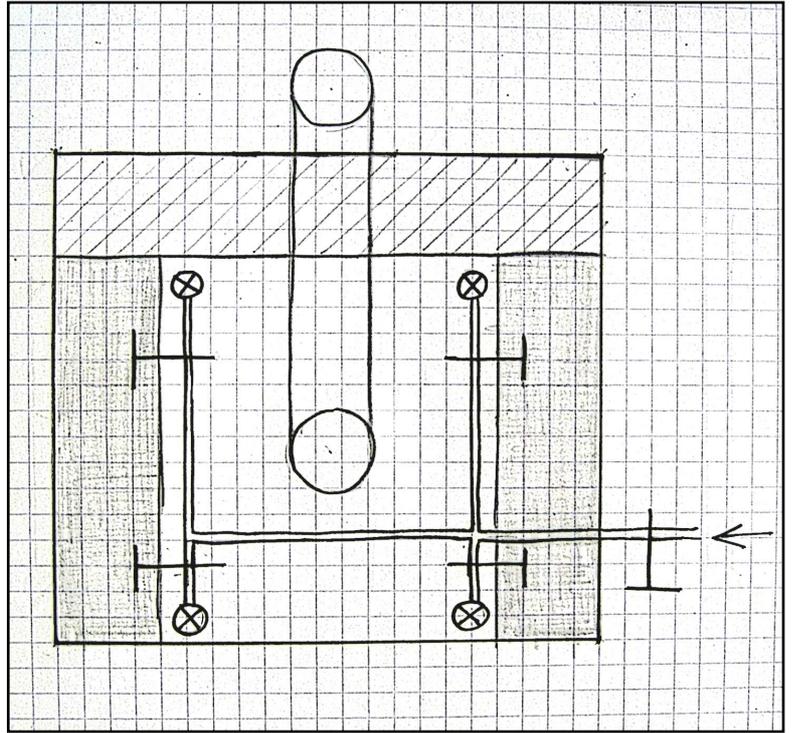
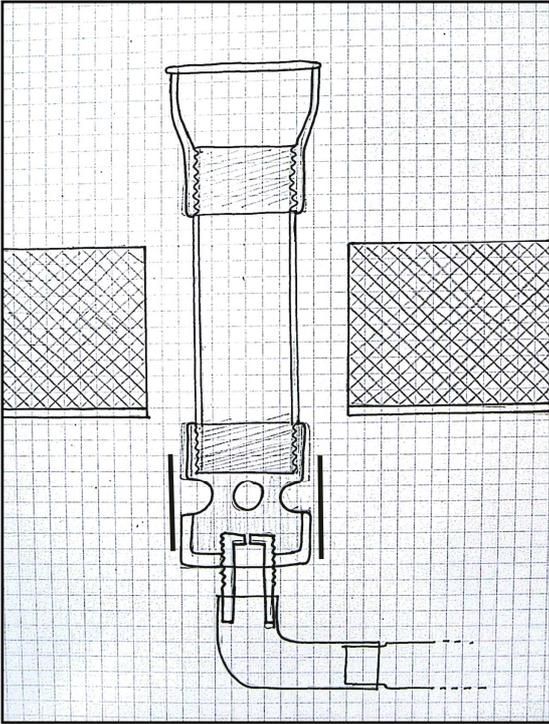


L'isolation du sol de four de cinq centimètres d'épaisseur est simplement posée sur le fond pour donner un accès facile au coude de la cheminée.

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 :



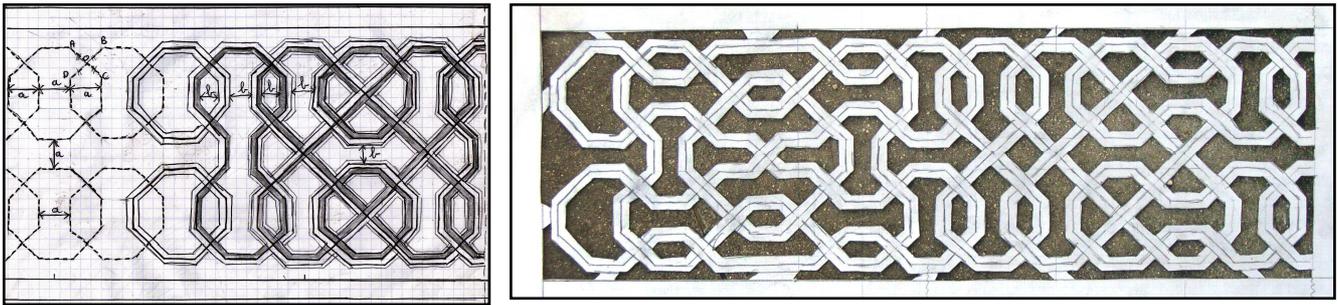
- L'air de chaque brûleur en fonte est réglé par une bague qui commande la richesse de d'air du gicleur. La puissance des brûleurs est gérée par la pression du détendeur réglable. Le diamètre du trou du gicleur est de 0,3 mm.
- Chaque brûleur est associé à une vanne.
- La distribution est en cuivre, 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.



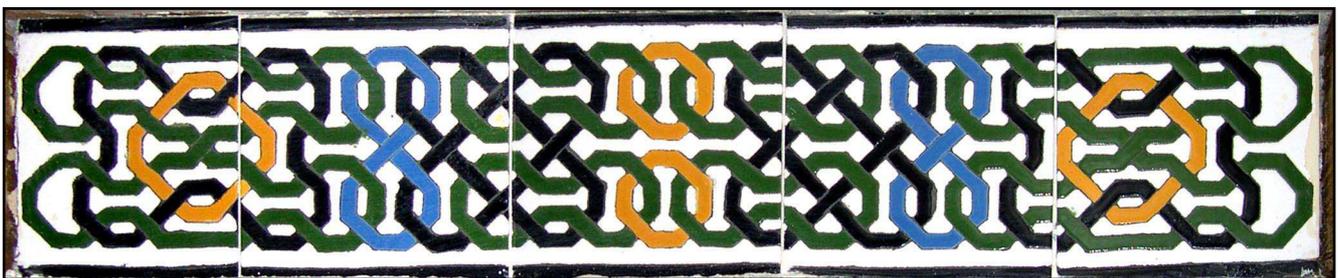
La température est mesurée par deux sondes à thermocouple situées une en haut et l'autre à mi-hauteur.

● ANNEXE V : utilisation d'un ordinateur :

- Création manuelle d'une frise d'entrelacs colorés :



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.

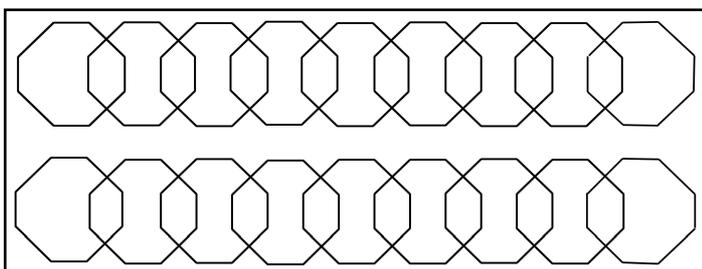
La différence fondamentale vient du fait que le gabarit des déformations désirées est très difficile à dessiner et à reporter sur le support ; le dessin des gabarits déformés pièce par pièce, imprimés avec l'ordinateur, ne pose plus de problèmes. L'utilisation demande une connaissance approfondie de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



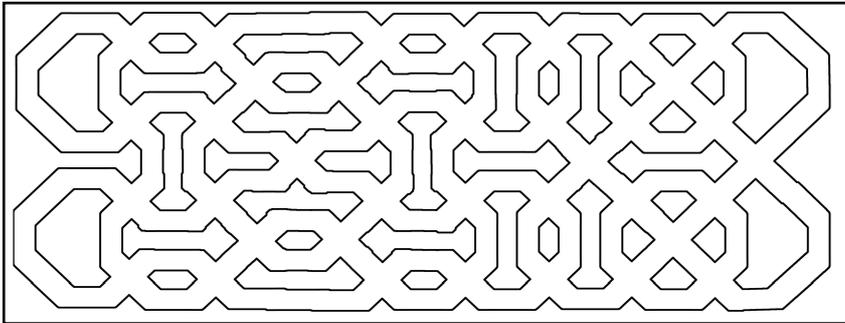
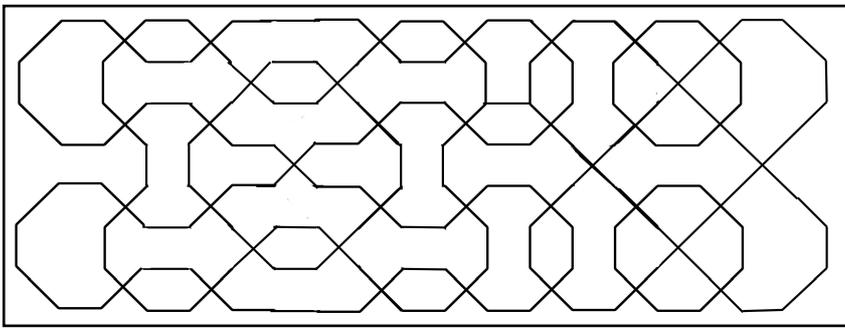
Pour dessiner ce motif dans Photoshop il faut faire apparaître les options **outils**, **options** et **raccourcis**.

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

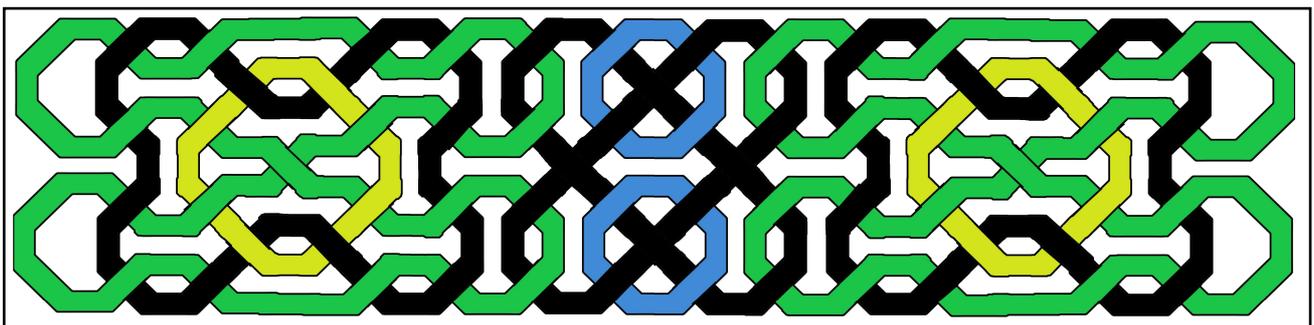
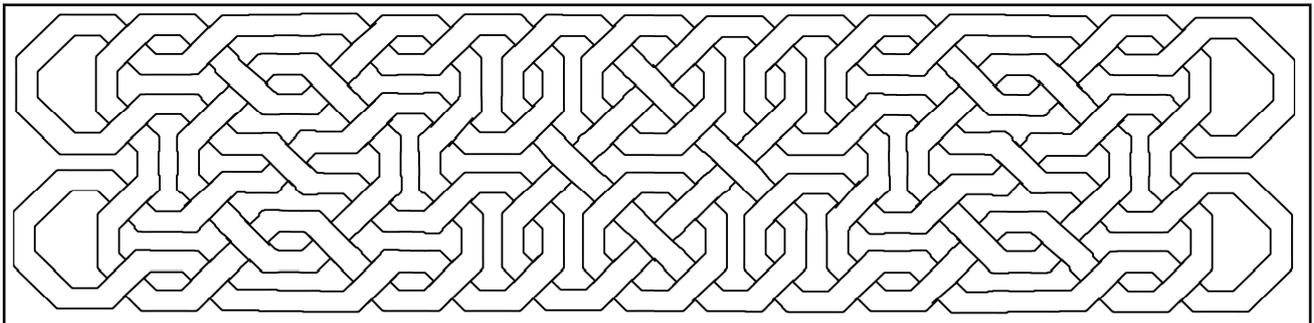


La liaison des modules s'effectue avec l'option **trait**, l'option **gomme** ; ne pas oublier d'**aplatir l'image** avant de gommer.

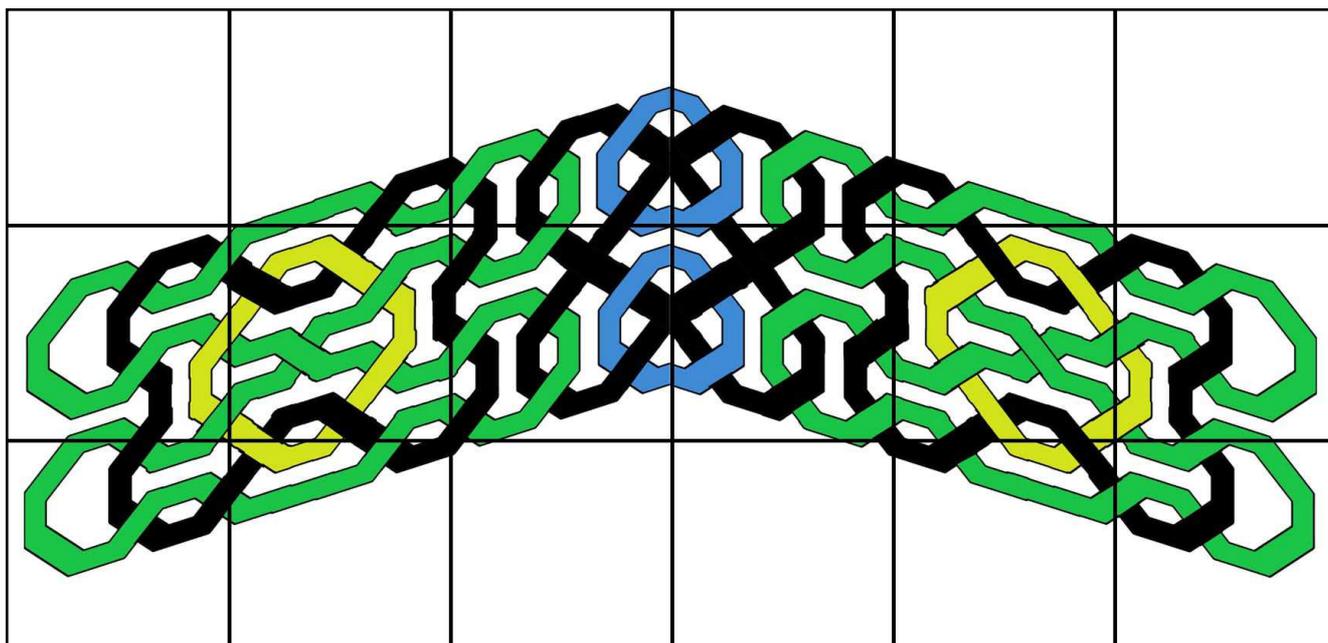
Pour fabriquer les entrelacs, sélectionner le trait avec la baguette magique, dans **sélection**, demander la dilatation de façon à équilibrer l'épaisseur du trait avec les espaces (**sélection, modification, dilater**).

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.

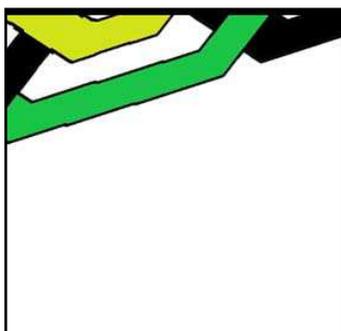
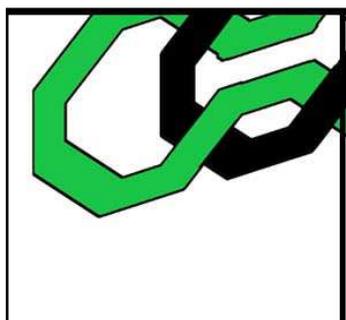
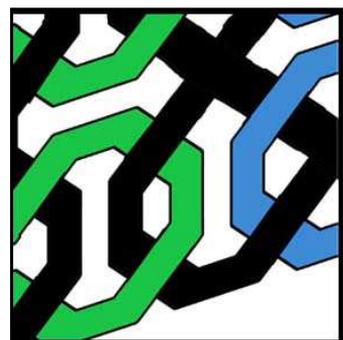
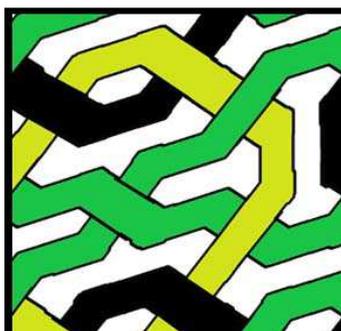
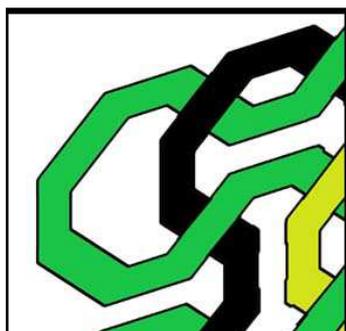
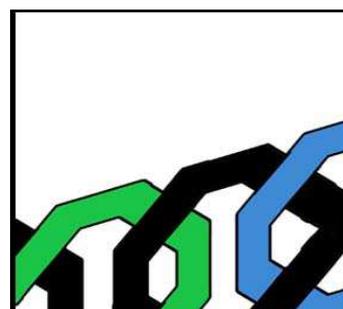
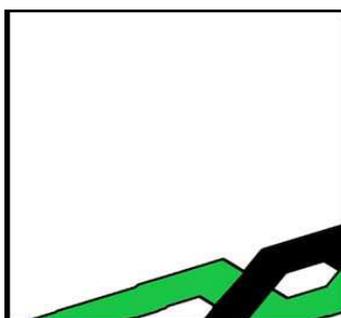
Le laçage des entrelacs s'effectue avec l'option **trait** ; ne pas oublier d'aplatir l'image. Pour agrandir l'image par symétrie, sélectionner la partie à dédoubler : édition, **copie** ; édition, **coller** ; image, **rotation d'axe horizontal** ; édition, **rotation d'axe vertical** ; déplacement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



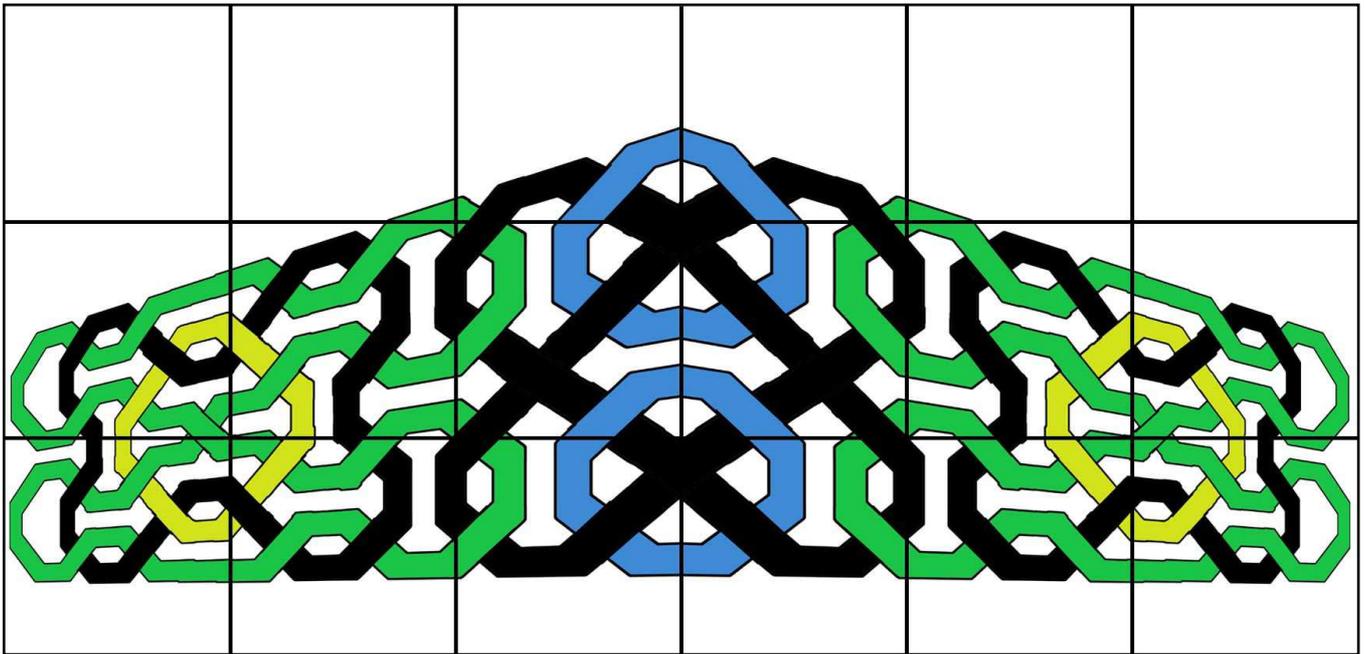
Déformation d'un motif en utilisant l'option perspective de Photoshop (**sélection** de la zone à déformer ; bandeau IMAGE, transformation, choix : **perspective**).



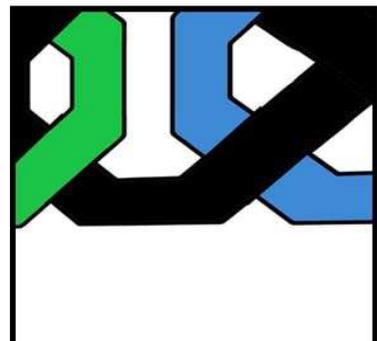
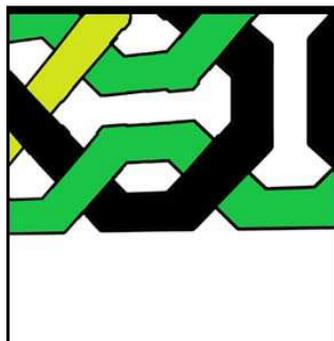
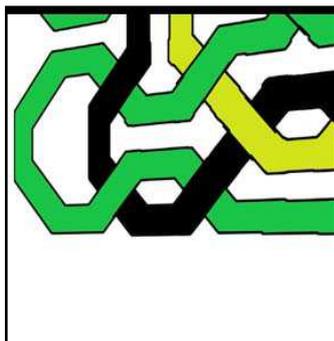
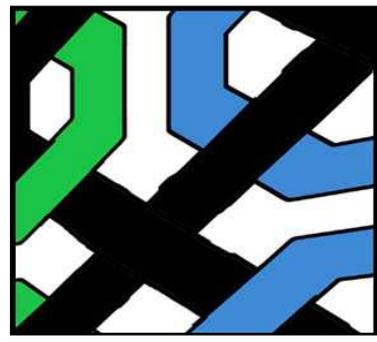
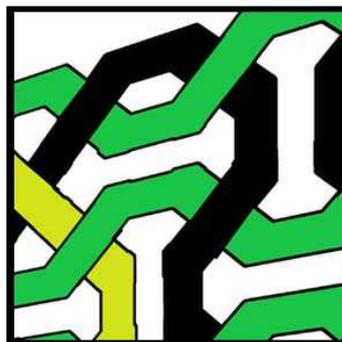
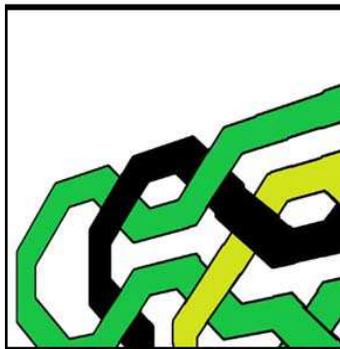
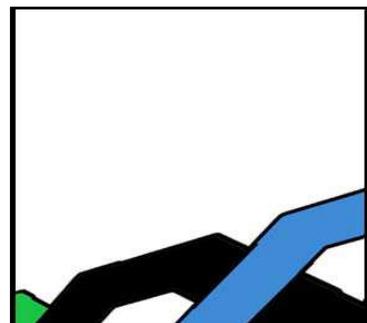
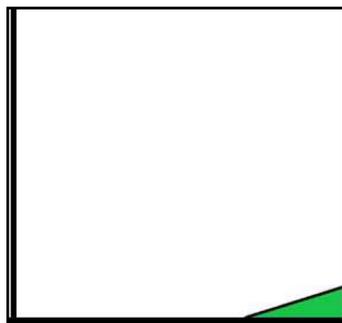
Gabarits destinés à être découpés pour un report du dessin sur le biscuit : chaque zone est cadrée, enregistrée, et imprimée au format réel du biscuit



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



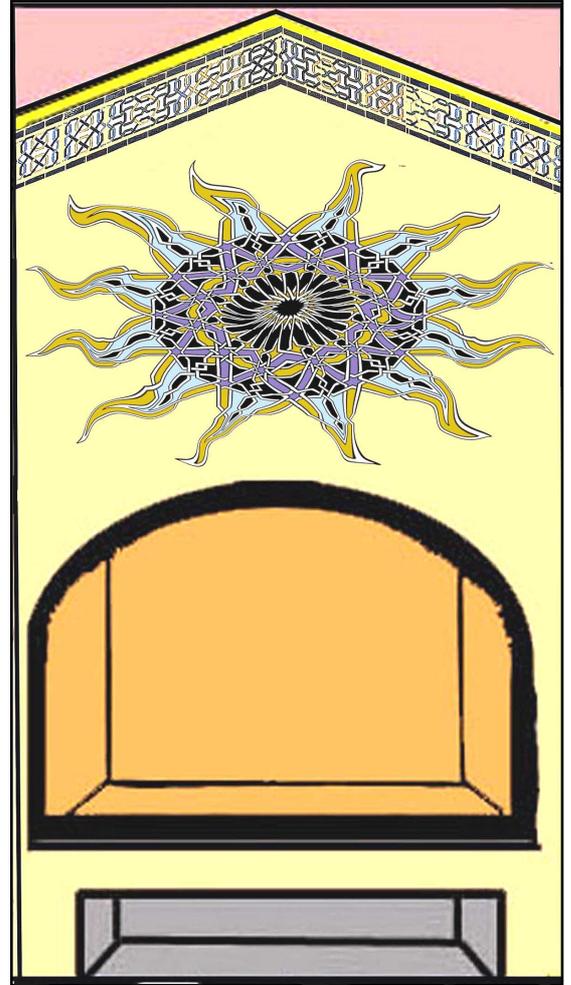
Comme précédemment la deuxième partie, symétrique de la première se dessinera en retournant les gabarits.



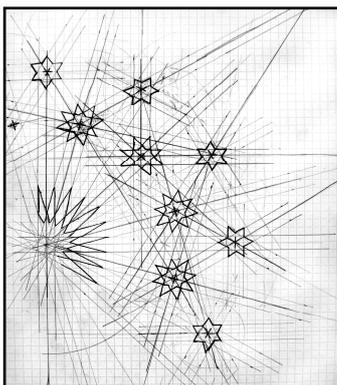
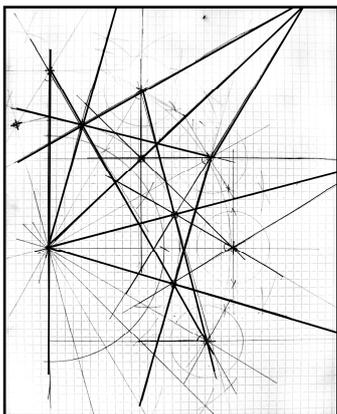
Utilisation de l'ordinateur pour interpréter un dessin, le déformer et préparer le gabarit :



Soleil d'une fontaine du riad Loulou

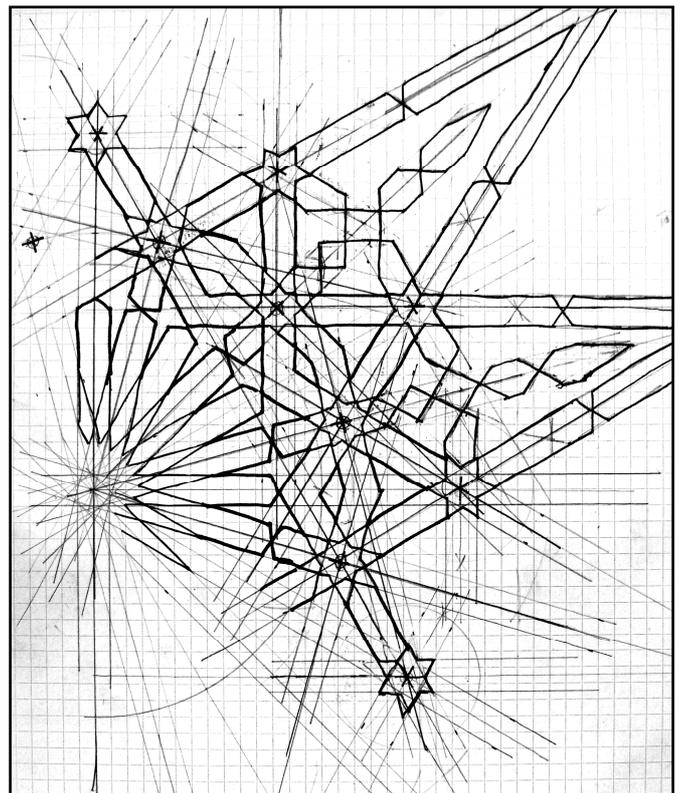


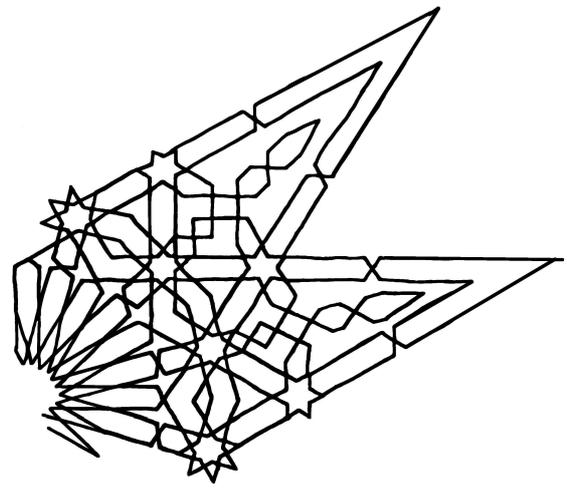
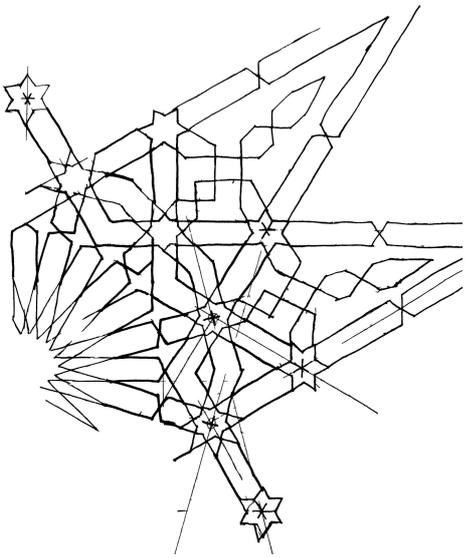
Même soleil mais déformé par ordinateur.



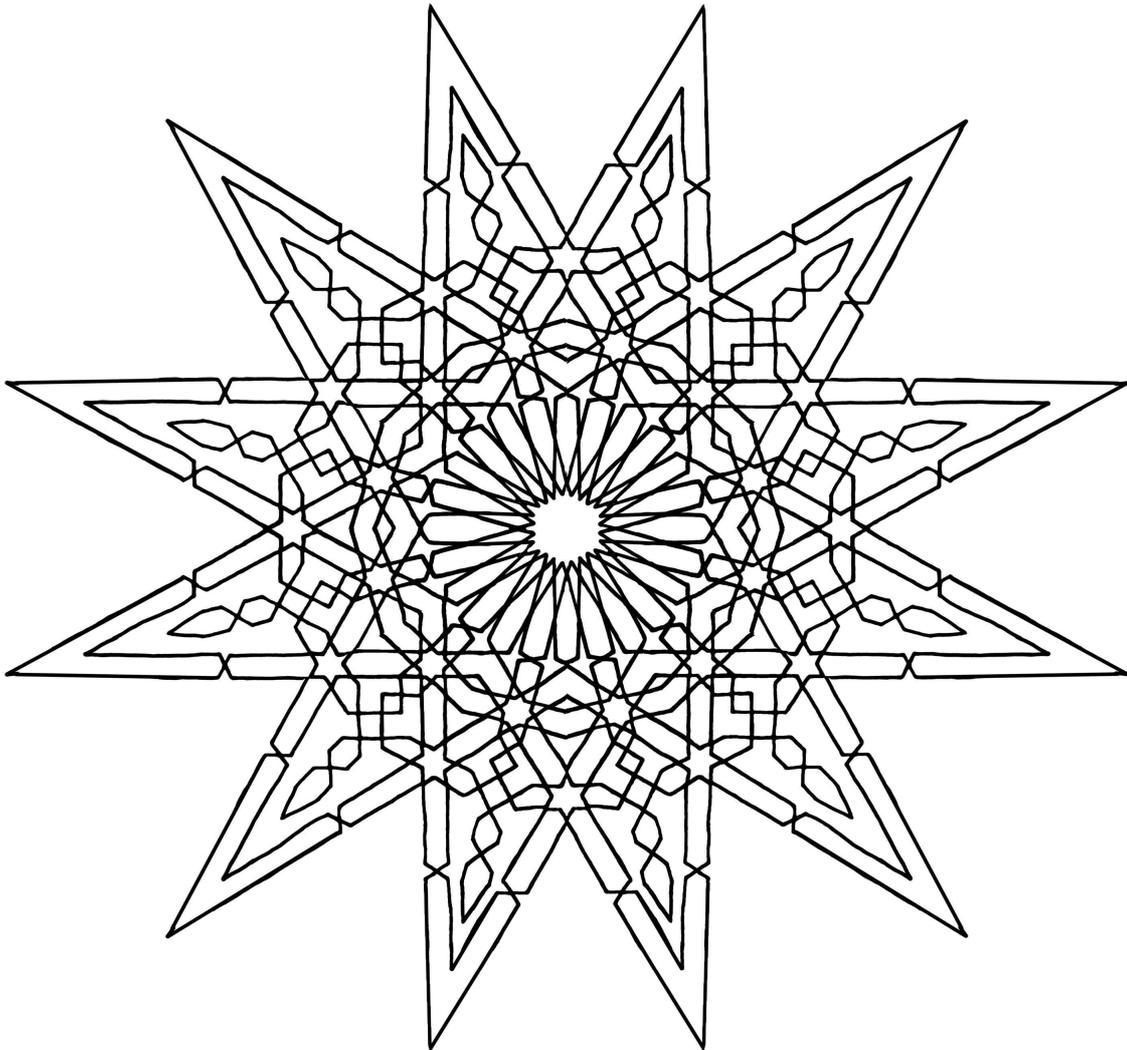
Dessin d'un système convergent avec au centre une étoile à vingt-quatre branches ayant une première couronne de satellites à huit et une deuxième à six branches. Le dessin final est scanné pour pouvoir l'interpréter sur l'ordinateur.

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

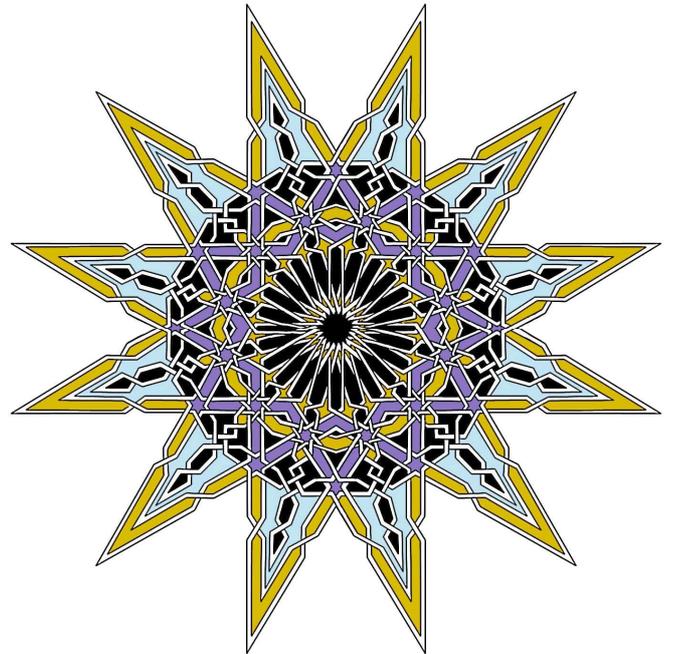
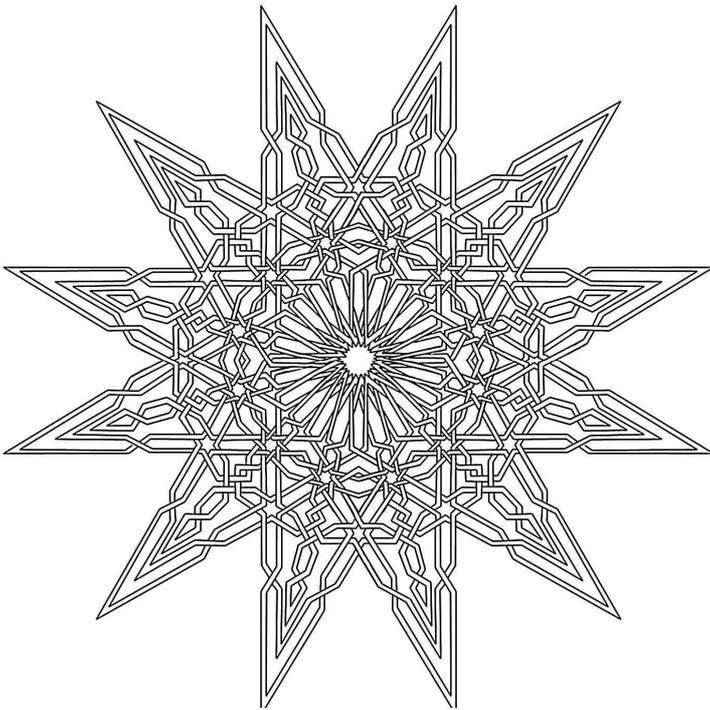




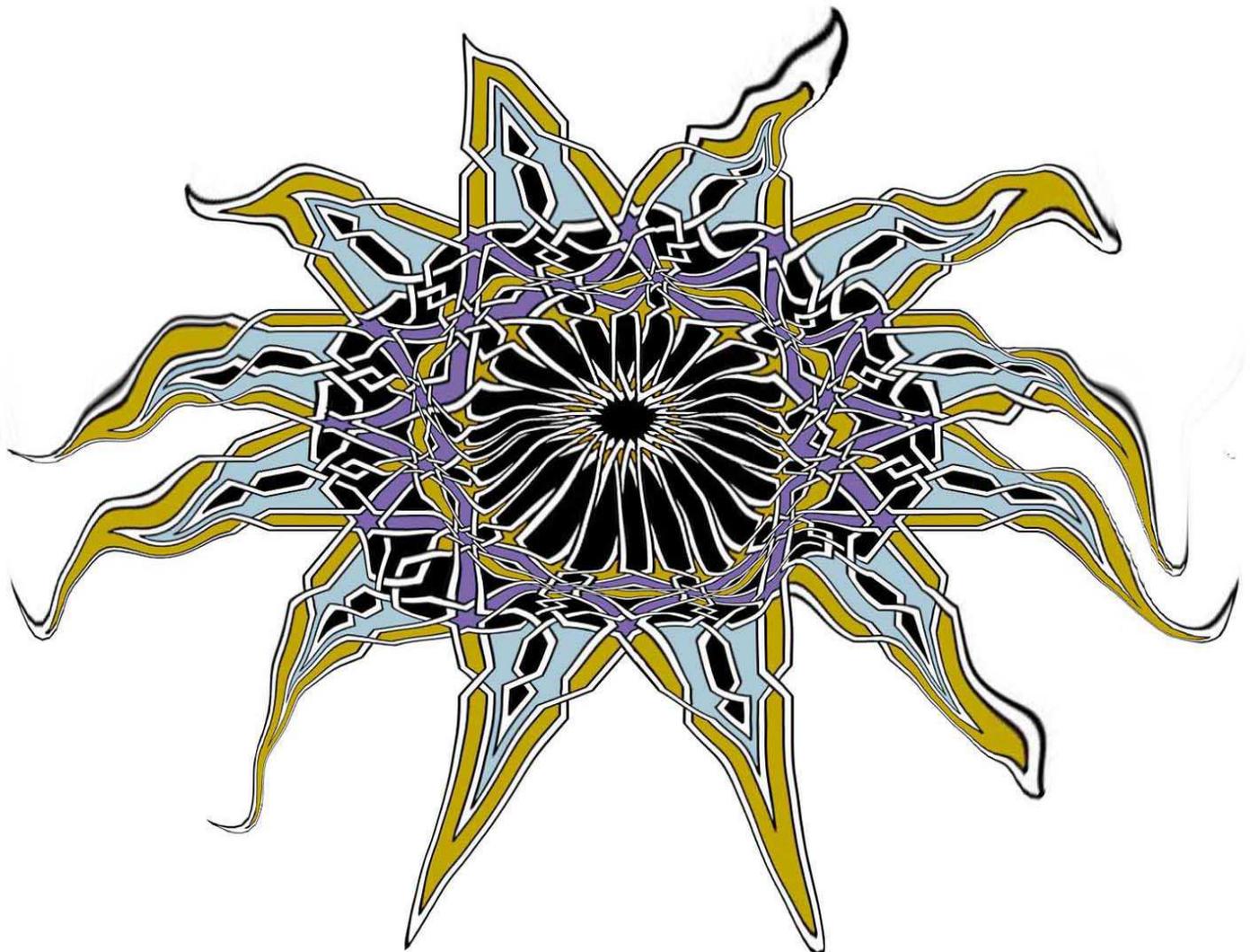
Augmenter l'accentuation du dessin (ACCENTUATION : **luminosité contraste**) ; sélection du trait (OPTIONS : **baguette magique**) ; inversion de la sélection (SELECTION : **intervertir**) ; supprimer les pixels (EDITION : **couper**) ; nettoyage et réfection de certains traits (OPTION dessin : **gomme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

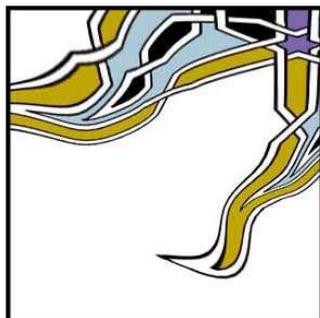
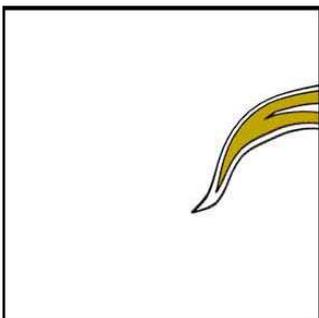
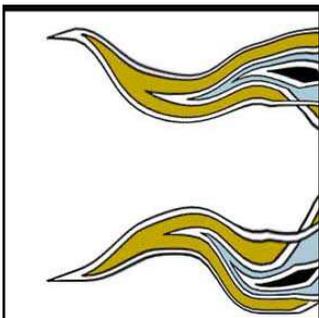
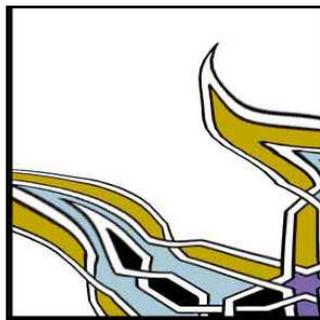
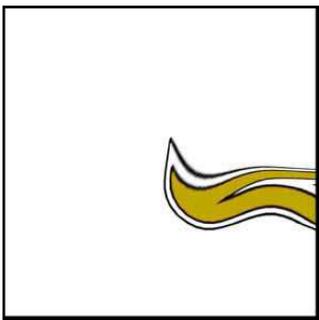
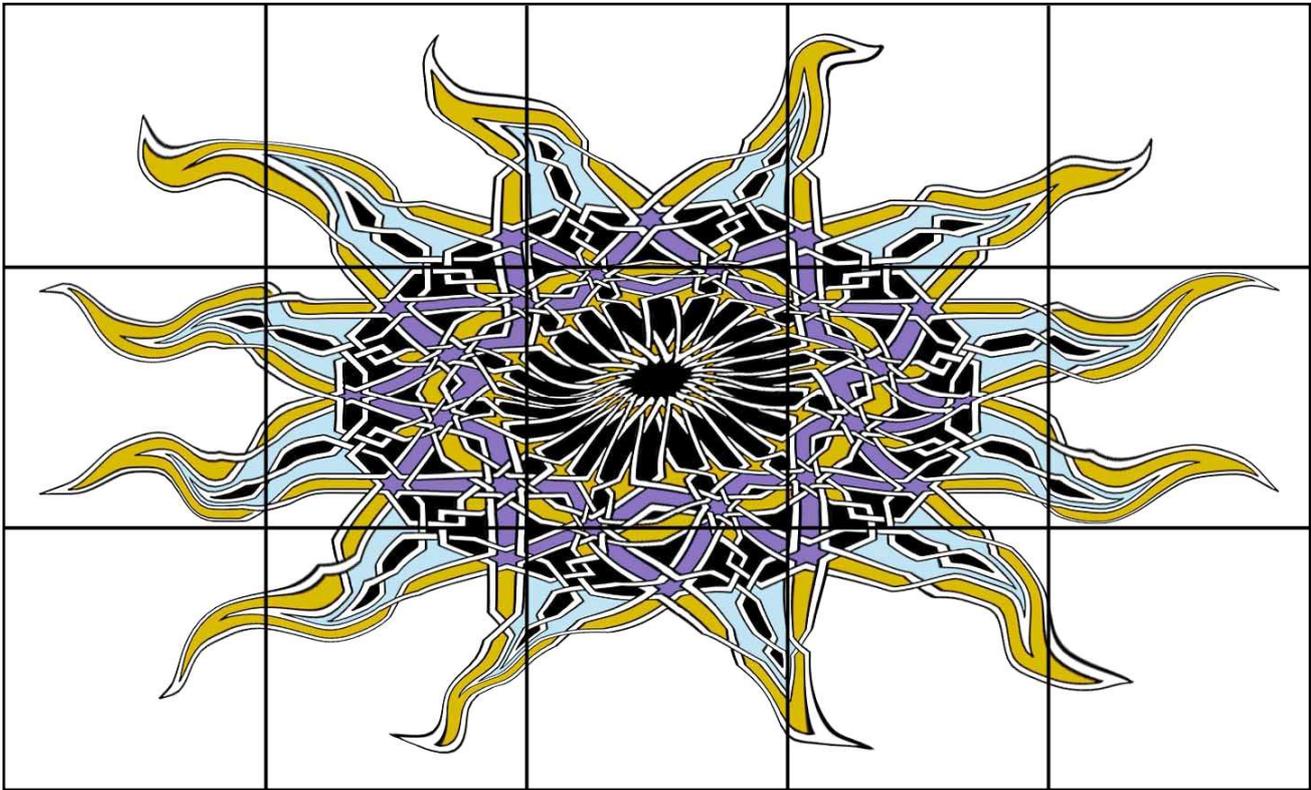


Rotations et symétries axiale (IMAGE, **rotation, symétrie d'axe horizontal et vertical**) combinées permettent de reconstituer le dessin. Entre chaque transformation il est nécessaire de réajuster les alignements en utilisant la grille avec l'option **perspective** pour faire coïncider les transformations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





Le dessin sera reporté sur chaque biscuit selon un découpage judicieux des gabarits.