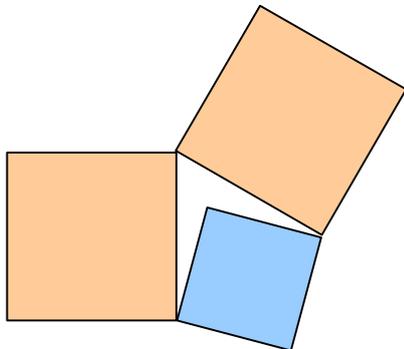


La marqueterie consiste, comme l'on sait, à plaquer ou à incruster des découpes de diverses essences de bois ou matières (ivoire, marbres, etc.) et ce afin de réaliser un tableau, figuratif ou géométrique. Nous en appliquons l'esprit, mais avec des pièces découpées dans du papier ou du bristol, à deux déclinaisons du motif FSA longuement décrit dans le document « Variations sur une petite folie spirale arabe ».

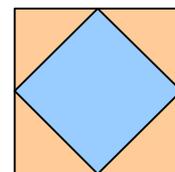
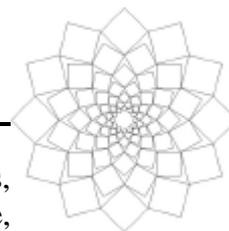
Comme cela a été longuement commenté dans ce document, le motif FSA offre, sous couvert de coloriage géométrique, une voie d'accès royale à la géométrie des transformations. En revanche, il n'est guère possible de proposer à des élèves de l'école primaire – fussent-ils en CM2- de dessiner la figure. Une voie, d'ailleurs difficile à mettre en œuvre pédagogiquement, passait par la géométrie Logo. Depuis son abandon, aucun autre outil de production simple sur ordinateur n'a émergé. Le logiciel Cabri-Géomètre n'est pas vraiment adapté ; on trouve sur Internet des logiciels de dessin vectoriel très efficaces et gratuits, mais aucun d'entre eux n'est francisé ; et par ailleurs aucune expérimentation sur la mise en œuvre de tels produits par des élèves assez jeunes n'a encore été menée à ma connaissance.

Reste donc la manipulation physique de pièces ajustées manuellement par les élèves. Dans ce qui suit, on présente une première manipulation autour du motif générique. Dans une seconde partie, on expose un motif dérivé et plus arabisant.

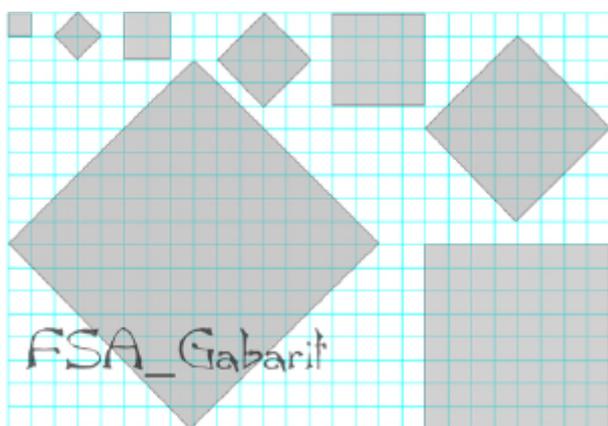
## Première partie : FSA générique



On sait que le motif est constitué de carrés, assemblés en couronnes de 12 de même taille, cette taille diminuant au fur et à mesure que la couronne se rapproche du centre. Or les carrés de deux couronnes consécutives entretiennent entre eux un rapport d'agrandissement simple : le petit s'obtient en reliant les milieux des côtés du grand, d'où le ratio de  $\sqrt{2}/2$  (environ 0,7).

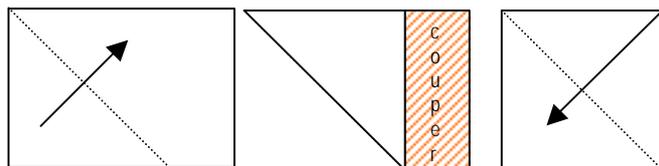


**Une première piste** (simple) consiste à faire dessiner par les élèves sur quadrillage (attention à la maille ! vérifier qu'elle soit bien carrée) les différentes pièces nécessaires. L'illustration ci-dessous offre un exemple de planche facile à faire produire au cycle 3. Cette planche est reproduite en taille réelle en Annexe 1. Puis l'on découpe les pièces, on les range par ordre de taille et l'on assemble comme il sera rapporté en page 3. Dans une classe de 24 élèves, on fabrique rapidement 48 planches, ce qui permet d'engendrer 4 figures FSA.



**Une seconde piste** passe tout simplement par le pliage. Les figures de la page suivante rappellent comment engendrer des carrés de diverses tailles à partir notamment d'une page A4.

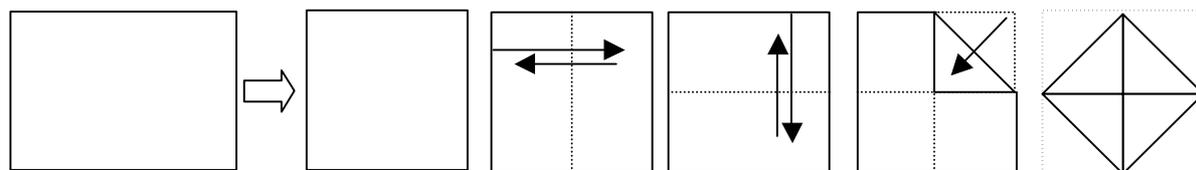
### Obtention d'un grand carré à partir d'un rectangle [GC(rect)]



A l'issue du travail, on tient un carré mesurant 21 cm de côté, si l'on part d'une feuille A4. Bilan : une feuille (un rectangle) donne un carré.

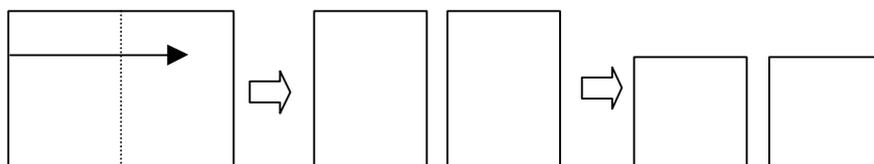
### Obtention d'un grand losange à partir d'un rectangle [GL(rect)]

On commence par engendrer le grand carré selon la manipulation précédente. Puis l'on plie et déplie pour faire apparaître les médianes. Ne reste plus qu'à plier 4 fois depuis les coins. On colle ou on découpe les oreilles ainsi formées. A l'issue du travail, on tient un carré mesurant



à peu près 14,14 cm de côté si l'on part d'une feuille A4. Même bilan que ci-dessus.

### Variante plus rapide dans le cas d'une feuille rectangulaire au format A4 [VL(An)]



Plier petit côté sur petit côté, découper : on obtient deux rectangles A5. Puis appliquer la construction GC(A5). Bilan : une feuille A 4 offre deux carrés de 14,14 cm environ.

### Obtention d'une figure (rectangulaire) deux fois plus petite [R2(rect)]

Plier bord sur bord puis déplier, horizontalement puis verticalement . Découper le long des médianes ainsi rendues apparentes. Bilan : une figure donne 4 figures homothétiques. En particulier, une feuille A4 fournit 4 feuilles A6.

### Algorithme de production par pliage et découpage des pièces de la marqueterie

Dans ce qui suit, on numérote les couronnes de carrés de 1 pour la plus grande (la plus extérieure) à 6 (ou 7) pour la plus petite. On suppose que toutes les pièces sont issues de papiers de même couleur. Faire les adaptations nécessaires sinon.

Couronne 1 : choisir 12 feuilles A4. Appliquer à chaque feuille la construction GC(A4).  
Epargner soigneusement.

Couronne 2 : choisir 6 feuilles A4. Appliquer à chaque feuille la construction VL(A4).  
Epargner soigneusement.

Couronne 3 : choisir 3 feuilles A4. Appliquer à chaque feuille la construction R2(A4)<sup>1</sup>. On obtient 12 rectangles de format A6. Appliquer 12 fois la construction GC(A6).  
Epargner soigneusement.

Couronne 4 : choisir 3 feuilles A4. Appliquer à chaque feuille la construction R2(A4)<sup>2</sup>. On obtient 12 rectangles de format A6. Appliquer 12 fois la construction VL(A6).  
Epargner soigneusement.

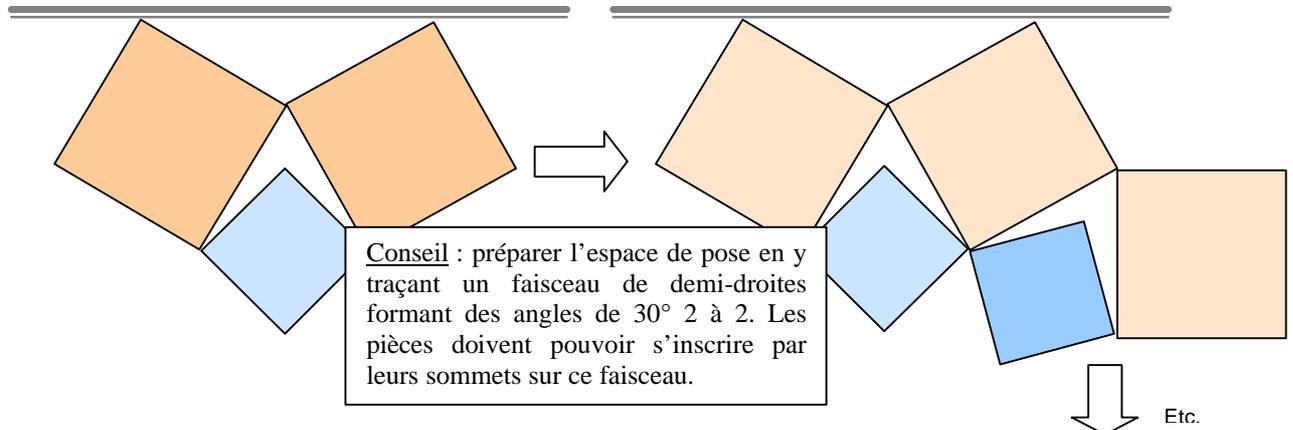
En résumé : on fabrique couronnes 1 et 2 à partir de papier A4. Les couronnes 3 et 4 sont des couronnes 1 et 2 pour du papier A6. Dès lors, on engendre des couronnes 5 et 6 à partir de feuilles au format A8. A moins d'avoir des doigts de fée, difficile d'aller plus loin !

<sup>1</sup> Variante : Ne pas déplier à l'issue de VL(A4) et appliquer GC(A6). En dépliant, on voit les 4 carrés qu'il ne reste plus qu'à découper.

<sup>2</sup> Pas de variante ici, le papier devenant trop épais.

## Assemblage final / Préviation de la taille du motif obtenu.

Dès que l'on tient les pièces carrées des différentes couronnes, on peut passer à la phase de marqueterie proprement dite. On suppose que ces pièces sont rangées dans des enveloppes numérotées C1, C2, etc. Commencer par piocher deux pièces dans l'enveloppe C1 et une pièce dans l'enveloppe C2. Accrocher par les coins, *au bord de l'espace de pose*. Utiliser de la colle en bâton pour fixer ces 3 pièces : cette colle permet les remords et les ajustages légers.



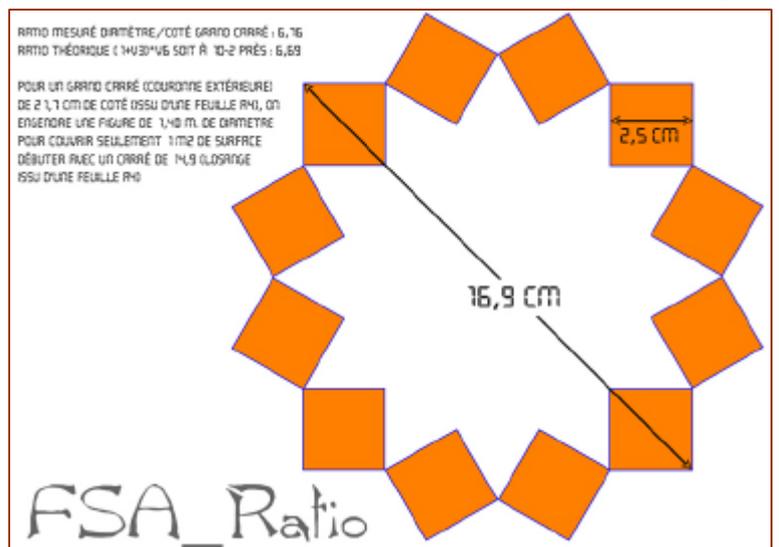
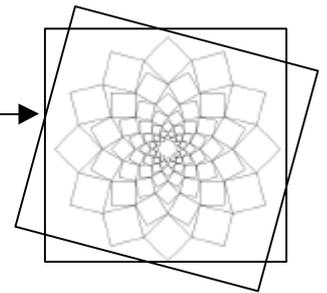
Puis amener encore un carré de type C1, le fixer à l'aide d'un carré de type C2. Poursuivre jusqu'à assemblage complet de la Couronne 1 et partant, de la Couronne 2. La Couronne 3 vient ensuite puis la 4 etc. Pas de difficulté particulière si les pièces de type C1 et C2 sont justes et correctement assemblées.

### Mais quid de l'espace de pose ?

A priori, il s'agit du plus petit rectangle contenant le motif, en fait un carré. Peut-on prévoir sa taille ? Si on se reporte au modèle diffusé dans la brochure citée ci-dessus, alors on mesure rapidement que les carrés extérieurs mesurent 2,5 cm de côté tandis que la figure tient dans un disque de 16,9 cm de diamètre. Par proportionnalité simple et directe, on en déduit qu'une figure construite avec des carrés de type C1 de 21 cm de large occuperait un carré d'environ 1,40 m de large. Il est douteux de disposer facilement d'un support adéquat (mais Cf infra). L'assemblage proposé est en revanche valide sur un bout de mur délaissé, dans un couloir, sous le préau ou dans l'escalier. Et pourquoi pas décorer une fenêtre en profitant de ces papiers cristal si colorés ? Prévoir du scotch double-face en ce cas.

Alternative : si on monte la figure à partir de carrés de type C2 (on produira donc une couronne C7) alors l'empan maximum ne dépasse pas le mètre. Il

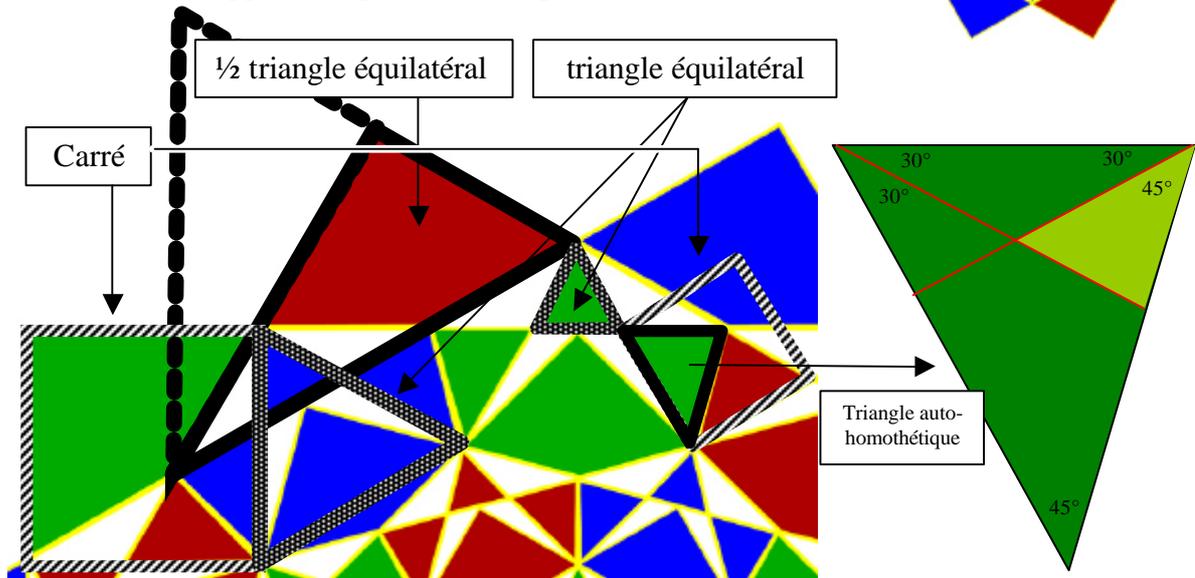
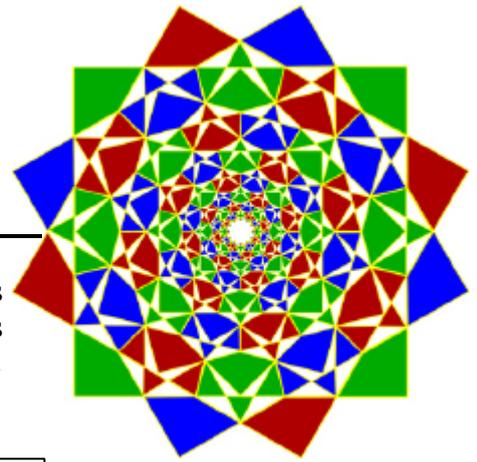
suffit de se déplacer dans un hypermarché, rayon des liquides, pour trouver des plaques d'isorel ou de plastique (choisir du bleu ou du noir)<sup>3</sup> qui feront un excellent support, amovible qui plus est. Dans le cas des pièces dessinées sur quadrillage puis découpées, si on considère que celles de la Couronne 6 mesurent 2 cm de côté, alors celles de la Couronne 1 mesureront un peu plus de 11 centimètres et la figure totale occupera un carré de 75 cm de côté environ.



<sup>3</sup> Il s'agit de ces plaques qu'on interpose entre les différentes strates des packs d'eau minérale.

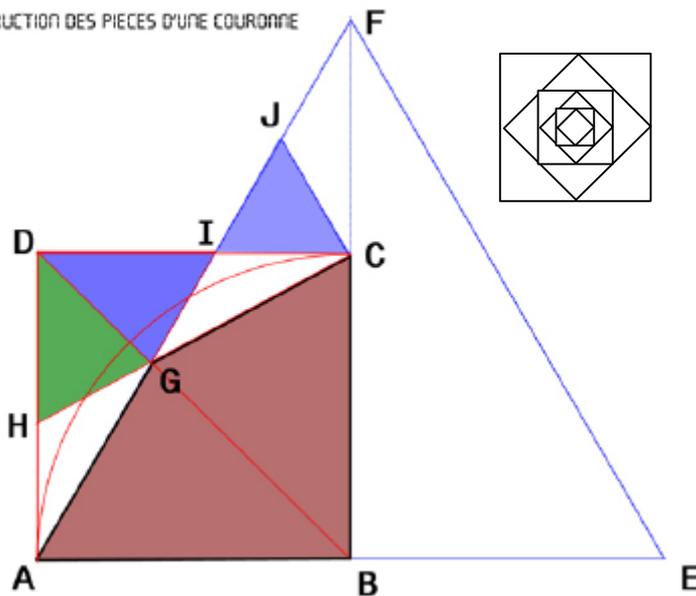
## Seconde partie : vers un motif arabe

Sur l'illustration ci-contre, on reconnaît bien l'enchâssement des couronnes, mais les carrés sont morcelés en pièces de couleurs variables. En observant de près la *mosaïque*, on repère plusieurs figures relevant des apprentissages de l'école primaire.



De cette lecture, on peut passer à une phase d'écriture ...

CONSTRUCTION DES PIÈCES D'UNE COURONNE



La figure ci-contre présente les phases successives pour engendrer un douzième des pièces constitutives d'une couronne, la taille d'un carré étant donnée. On commence par décrire cette construction, puis l'on verra comment mettre en œuvre avec sa classe.

0/ On suppose donné un gabarit de carrés enchâssés permettant de fixer la taille des carrés à monter dans chacune des couronnes. Dans ce gabarit, on choisit le carré correspondant à une couronne. Reporter son côté en AB. A l'équerre et au compas

tracer le carré ABCD. L'arc de cercle AC sur la figure évoque cette construction.

1/ Faire apparaître le point E (prolonger l'arc AC en un demi-cercle venant couper la demi-droite issue de A et passant par B). D'où le triangle équilatéral AEF.

2/ La diagonale DB coupe le côté AF en un point G. En prolongeant GC sur AD, on obtient le point H. Ne reste plus qu'à colorier les 4 polygones qui nous intéressent, par exemple : ABCG en rouge, HGD en vert, DGI et IJC en bleu. On reprend page suivante cette détermination des couleurs.

### ... puis une phase d'assemblage.

En pratique, les compas ne permettent pas de dépasser un empan de 10 cm. Ceci permet tout de même de faire construire des figures sur la base de carrés de côtés mesurant successivement 5 cm, puis 3,53cm, enfin 2,5 cm. Dans une classe idéale de 24 élèves, les 12 premiers tracent pour 5 cm, les 12 suivant pour 3,53 cm. On tient déjà 2 couronnes. Lors d'une autre séance, on complétera le jeu de pièces en vue d'ériger une troisième couronne (à la rigueur une quatrième).

Chaque élève est donc responsable de la production d'un tracé, dont il lui reviendra aussi de colorier les composants. Le tableau ci-dessous permet de fixer les couleurs :

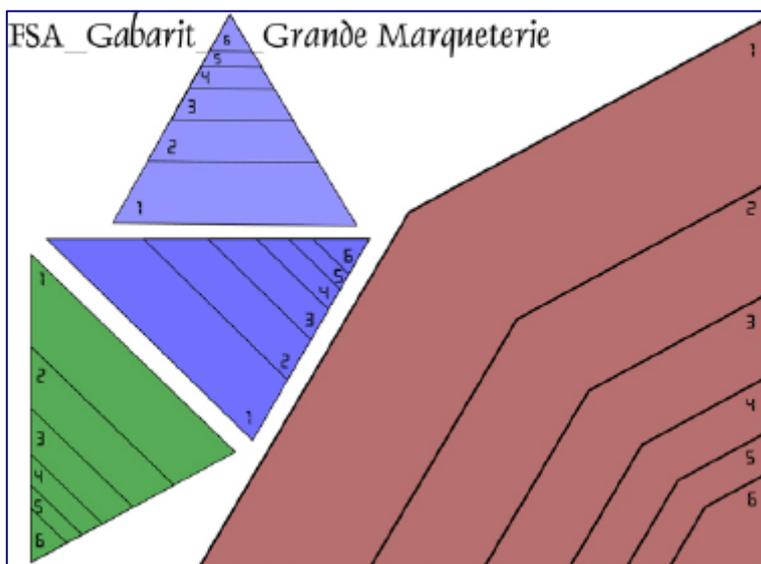
Pièce :	ABCG	HGD	DGI	IJC	Nb ex
	Rouge	Vert	Bleu	Bleu	4
	Vert	Bleu	Rouge	Rouge	4
	Bleu	Rouge	Vert	Vert	4

Après tracé puis coloriage au feutre, chaque élève découpe le polygone ABCJID. La pose est très facile puisque les côtés JC d'une pièce viennent s'appliquer sur les segments AH de la pièce suivante. Il suffit juste de bien surveiller les couleurs ! Après pose complète de la couronne externe C1, on recommence avec les pièces de la couronne C2, voir de C3.

Noter que la figure obtenue tient dans un disque de rayon 34 cm d'après le résultat énoncé en page 3, donc déborde légèrement d'une feuille A3, mais se laisse construire facilement sur une A2.

### Et pour aller plus loin ?

Il apparaît peu réaliste de demander aux élèves de tracer et tracer des figures bien plus petites comme bien plus grandes : leur habileté, leurs outils ne le permettent pas. Reste donc la possibilité de proposer aux enfants des feuilles de couleur à découper, comme sur la reproduction à échelle réduite ci-dessous. On trouvera l'original en annexe.



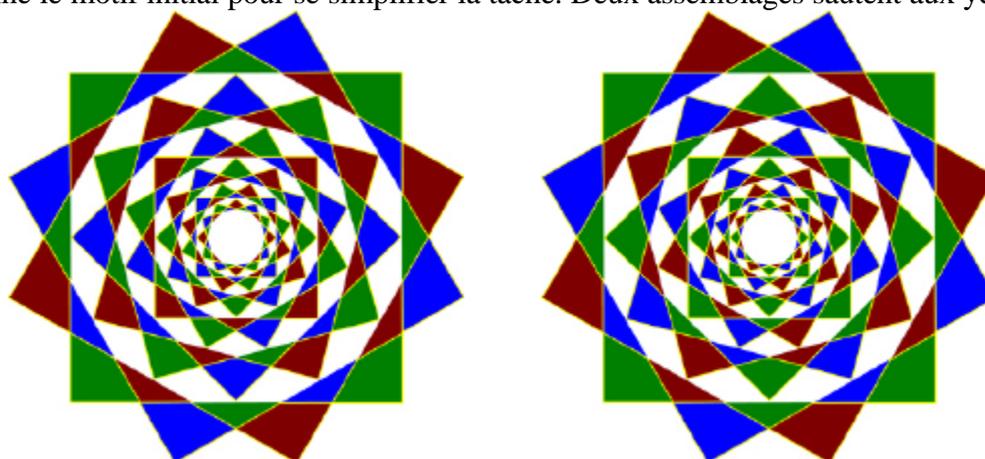
La planche présente les gabarits de toutes les pièces nécessaires à l'édification de 6 couronnes. Si on est riche on photocopie en 6 fois 12 soit 72 planches, à raison de 24 copies sur du papier bleu, 24 sur du papier vert et encore autant sur du papier rouge. Restera aux élèves à s'organiser convenablement pour découper les bonnes pièces puis les agencer. L'objectif principal de l'enseignant(e) devient celui du travail en groupe avec délégation de tâches par équipes.

On aura repéré que le dispositif proposé est gourmand en papier. Une alternative intéressante (pour la caisse-coopérative comme sur le plan pédagogique) consiste à distribuer à chaque enfant une planche ; on met à disposition de la classe des feuilles de papier couleur (pourquoi pas translucide, Cf. supra) ; il revient alors aux élèves de découper dans ces feuilles les bonnes formes en minimisant les chutes. Cette démarche est particulièrement intéressante

quand on en vient à travailler avec les formes petites (numéro de couronnes élevées).

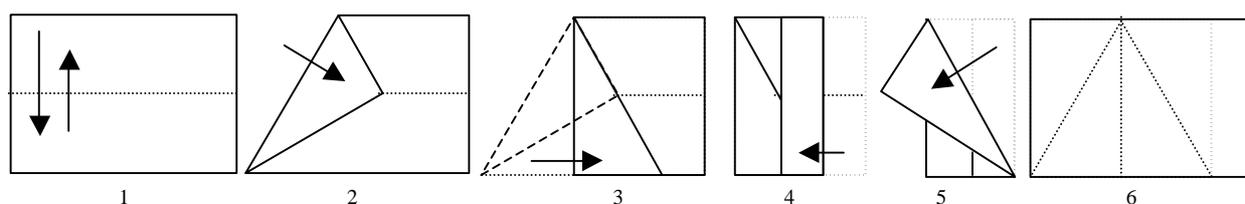
### Construction par pliages

On décline le motif initial pour se simplifier la tâche. Deux assemblages sautent aux yeux :

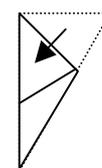


Si l'on sait fabriquer par pliage des triangles équilatéraux, alors on pourra monter l'un ou l'autre de ces deux assemblages.

### Obtention d'un demi-triangle équilatéral (Gabarit à 30° ou 60°)



On commence par plier la feuille rectangulaire longueur sur longueur afin de marquer sa plus grande médiane. Après dépliement, l'on rabat le coin supérieur gauche sur cette médiane. Un triangle d'angles 60, 90, 30 degrés apparaît. En deux rabattements successifs le long de la base on engendre 2 autres triangles de même nature. Un dernier pli (Cf. étape 5) offre le quatrième triangle. Déplier (étape 6) puis découper le long des plis. Pour chaque triangle, plier/déplier afin de marquer la bissectrice de l'angle droit puis découper le long d'icelle. Une feuille A4, (resp. A5, etc.) fournit après toutes ces manipulations 4 pièces à coin carré et 4 triangles isocèles qui faciliteront le raccord.



### Construction effective de la figure

1/ Choisir 3 feuilles A4 de couleurs différentes (pour faciliter l'exposé rouge, verte, bleue). Appliquer à chacune le plan de pliage/découpage exposé ci-dessus. Marquer la médiane des triangles de raccord : cela facilitera la pose des pièces constitutives de la couronne suivante.

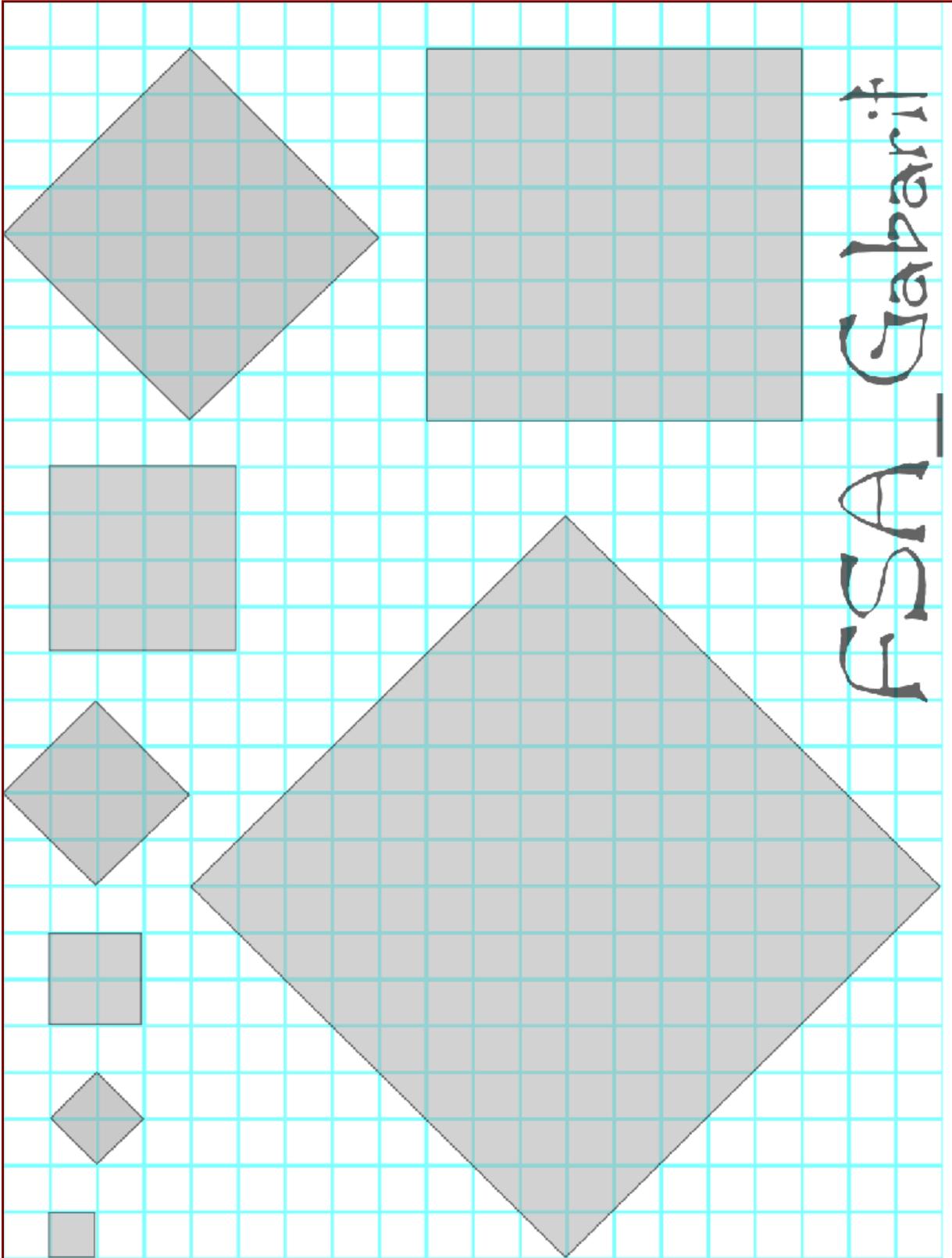
2/ Assembler les pièces *coin carré-raccord-coin carré* de la couronne 1 en veillant au bon enchaînement des couleurs.

3/ Choisir 3 feuilles A4 de couleurs différentes (rouge, verte, bleue) ; couper chaque feuille en 2 pour engendrer 6 feuilles A5. Epargner la moitié de la production. Avec l'autre moitié, fabriquer comme exposé ci-dessus 12 pièces de raccord et 12 pièces à coin carré.

4/ Monter la couronne n°2 à l'intérieur de la couronne 1. Pour débiter le montage, rattacher 3 pièces *coin carré-raccord-coin carré* en profitant des pieds des médianes marquées lors de la phase 1. Continuer l'assemblage de la couronne 2.

5/ Plier les feuilles épargnées en 3/ et recommencer les opérations 3/ à 5/. Arrêt au format A6.

**Annexe n° 1 : Gabarit simple**



**Annexe 2 : Gabarit complexe**

