

DESSINS ET RÉPÉTITIONS

Michel FLEURY - Montréal

A

QUOI ressemblerait un univers sans symétrie ? Il nous est bien difficile de l'imaginer. Elle est présente partout : dans les arts, les lois physiques, dans les objets les plus simples, dans les galaxies. Et pourtant, les recherches actuelles, en mathématiques ou en physique, étudient les phénomènes où ces symétries se brisent.

Des logiciels graphiques se développent permettant aux professionnels des métiers d'arts graphiques ou décoratifs de créer de nouveaux motifs à l'infini.

Les illustrations du présent article extrait de *Topologie structurale n° 12 (1986)* ont été créées par le logiciel *Alhambra* développé par Michel Fleury de l'Université du Québec à Montréal.

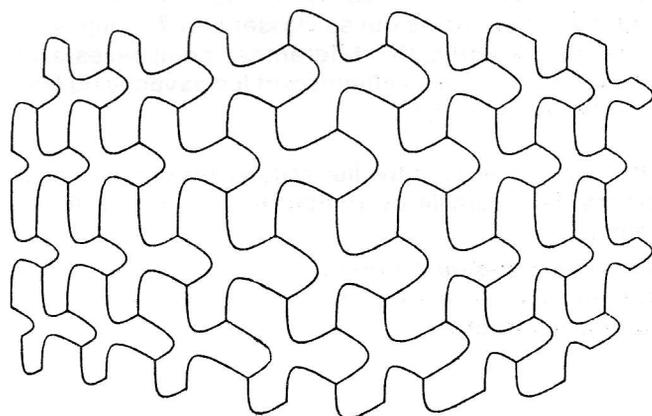
- Les rythmes visuels ont été présents dans l'expression graphique des hommes à travers l'histoire selon des degrés divers. On sait que les artistes musulmans contraints à ne point représenter le sacré ont, à une certaine époque, poussé davantage les recherches formelles dans ce domaine.

L'Alhambra de Grenade en est un exemple saisissant. La façon dont les artistes ont exploité les notions de symétrie et de régularité a étonné maints géomètres. On y décèle une étude systématique des symétries du plan et une connaissance *probable* des 17 classes fondamentales.

Bien sûr, ils ne furent pas les seuls à être préoccupés par le graphisme non figuratif et rythmé. Dans toutes les cultures on retrouve une certaine fascination pour les rythmes visuels dans les arts utilitaires (poterie, mosaïques, tapisserie, ...).

Néanmoins ces pratiques relevant surtout des métiers d'art, elles sont souvent jugées de moindre importance pour les concepteurs visuels.

On y accorde une certaine valeur sur le plan méthodologique et pédagogique mais on croit peu à leurs valeurs expressives. On les retrouve parfois dans les cours de *basic design*, dans les exercices pour le design des tissus et de l'emballage, mais on n'étudie jamais de manière systématique la géométrie des rythmes visuels et encore moins leur utilisation à des fins expressives.



Escher et Vasarely ont ouvert partiellement la voie mais en fin de compte ils ont révélé surtout leur ingéniosité personnelle.

La valeur donnée aux rythmes visuels se comprend mieux quand on songe que leur production est extrêmement laborieuse et que pour les utiliser à des fins expressives il faut d'abord pouvoir les créer rapidement afin de les *jauger visuellement*.

L'analogie entre les rythmes musicaux qui se déploient dans le temps et les rythmes visuels qui se déploient dans l'espace fait penser qu'il sera possible, avec le support de l'informatique, d'utiliser des *harmonies visuelles* à des fins expressives.

Une expérience dans ce sens se déroule présentement à l'Université du Québec à Montréal au laboratoire *Design et informatique* et s'appuie sur le logiciel Alhambra conçu pour faciliter la création de rythmes visuels. Le programme Alhambra fait référence à cette expérience qui a commencé en juin 1985 et qui se poursuivra jusqu'en 1986.

L'objectif du présent article est simplement de présenter le logiciel alhambra maintenant qu'il est situé dans sa problématique, et de faire ressortir les particularités qui intéresseront le géomètre.

Pour les amateurs de Macintosh, il est à noter qu'il est possible à l'aide du logiciel Versaterm de transformer un dessin produit par Alhambra en un fichier MacPaint qu'on peut alors retravailler à loisir.

Symétries dans les arts

Pour les anciens, symétrie (du grec "sun", avec, et "metron" mesure) signifiait "juste mesure" et évoquait surtout une idée d'harmonie, d'équilibre. Pour nous, dans le langage courant, ce terme désigne plutôt l'idée de "symétrie-miroir".

En mathématiques, la notion de symétrie s'étend à toutes les transformations qui créent des rythmes, des régularités à partir d'un motif de base.

On trouve en plus :

- les **symétries de rotation** qui engendrent les **rosaces** finies ou infinies.
- les **symétries de translation**
 - Dans une seule direction : composées avec les symétries-miroirs ou les symétries centrales elles engendrent les **frises** qui se classent en 7 groupes.
 - Dans deux directions différentes : composées avec les précédentes, elles engendrent les **pavages** du plan classés en 17 groupes.

Les recherches de nouvelles régularités ont permis de mettre de l'ordre là où régnait le désordre et inversement :

- les **symétries de dilatation** permettent de construire des images dynamisées et des images de synthèse comme les **fractals**.

Caractéristiques d'Alhambra

Alhambra crée des fichiers sur commande, c'est-à-dire des séries d'instructions qui seront lues et exécutées par un autre programme (figure 1). Ces fichiers de commande correspondent à des structures dont les paramètres sont définis par l'utilisateur. Les différents types de structure sont décrits dans le guide d'utilisation du programme. L'utilisateur, en répondant à quelques questions posées lors de l'exécution du logiciel Alhambra, crée automatiquement un fichier de commande pouvant contenir plusieurs centaines d'instructions selon la complexité de l'algorithme sous-jacent à la structure géométrique choisie pour définir un rythme visuel.

```

$ type cladi4.com
app:neutre
dim:non
des:des1
trace:tous
des:des2,r=-60
fig:1
trace:des1
des:des3
fig:1
trans:pro,(0,0)=(3.000,5.196),(5.196,-3.000)=(6.000,0.000),(5.196,3.000)=(9.000,5.196),(0.000,6.000)=(6.000,10.392)
trace:des2
fig:2
trans:pro,(0,0)=(3.000,5.196),(5.196,-3.000)=(6.000,10.392),(5.196,3.000)=(0.000,10.392),(0.000,6.000)=(-3.000,5.196)
trace:des2
fig:3
trans:pro,(0,0)=(3.000,5.196),(5.196,-3.000)=(-3.000,5.196),(5.196,3.000)=(0,0),(0.000,6.000)=(6.000,0.000)
trace:des2
trans:pro,non
des:des4
fig:0
trace:des3
...
...
...
fig:3F2,o=19.32,26.82
trans:pro,(0,0)=(1.152,3.326),(5.196,-3.000)=(3.072,0.000),(5.196,3.000)=(4.055,1.703),(0.000,6.000)=(2.135,5.028)
trace:des2
trans:pro,(0,0)=(1.152,3.326),(5.196,-3.000)=(2.135,5.028),(5.196,3.000)=(-0.937,5.028),(0.000,6.000)=(-1.920,3.326)
trace:des2
trans:pro,(0,0)=(1.152,3.326),(5.196,-3.000)=(-1.920,3.326),(5.196,3.000)=(0,0),(0.000,6.000)=(3.072,0.000)
trace:des2
fig:3F3,o=18.39,31.85
trans:pro,(0,0)=(1.536,2.660),(5.196,-3.000)=(3.072,0.000),(5.196,3.000)=(3.858,1.362),(0.000,6.000)=(2.322,4.023)
trace:des2
trans:pro,(0,0)=(1.536,2.660),(5.196,-3.000)=(2.322,4.023),(5.196,3.000)=(-0.750,4.023),(0.000,6.000)=(-1.536,2.660)
trace:des2
trans:pro,(0,0)=(1.536,2.660),(5.196,-3.000)=(-1.536,2.660),(5.196,3.000)=(0,0),(0.000,6.000)=(3.072,0.000)
trace:des2
trans:pro,non
app:tek10
info

```

Figure 1 - Une partie seulement du fichier d'instruction qui contient en fait 280 lignes est ici représentée. Alhambra crée ces instructions à partir de réponses à quelques questions posées par le programme.

Les rythmes d'Alhambra''

Le programme permet de créer des rythmes associés aux structures géométriques suivantes :

1] Des structures géométriques ayant des symétries isométriques :

- Les **rosaces**, c'est-à-dire les structures n'ayant que des symétries de rotation ou de réflexion. Deux types sont distingués :
 - les rosaces *finies* (figures 2 et 3).
 - les rosaces *infinies* :
 - à base triangulaire (figure 4).

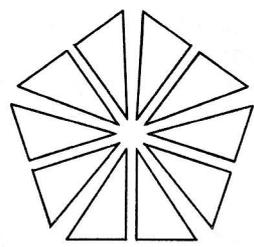


Figure 2

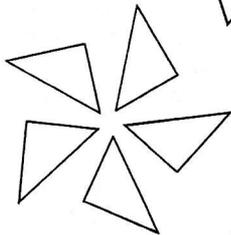


Figure 3

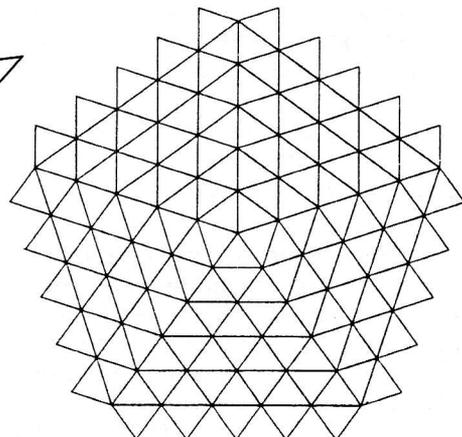


Figure 4

Pour ces rosaces infinies à base triangulaire deux grandes catégories sont également distinguées : les rosaces n'ayant que des symétries de rotation, les rosaces ayant des symétries de réflexion (et donc de rotation quand il y a au moins deux axes de réflexion). Pour chacune de ces classes deux possibilités sont offertes à l'utilisateur : le motif de base subit soit une rotation de 180° ou soit une réflexion (figures 5 et 6).

- à base pentagonale (figure 7).

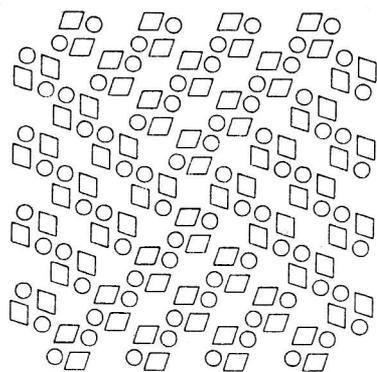


Figure 5

Figure 6

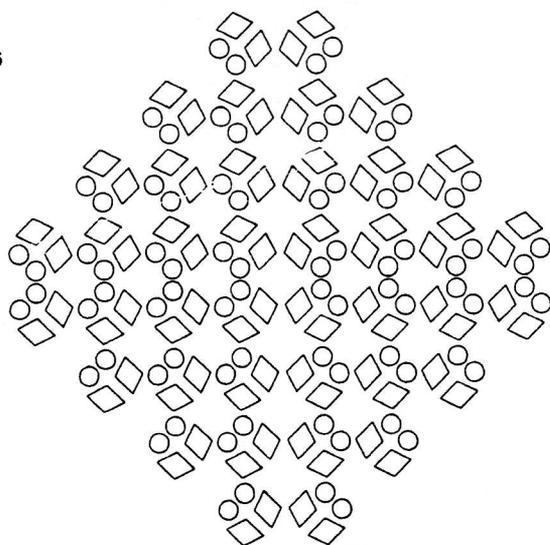
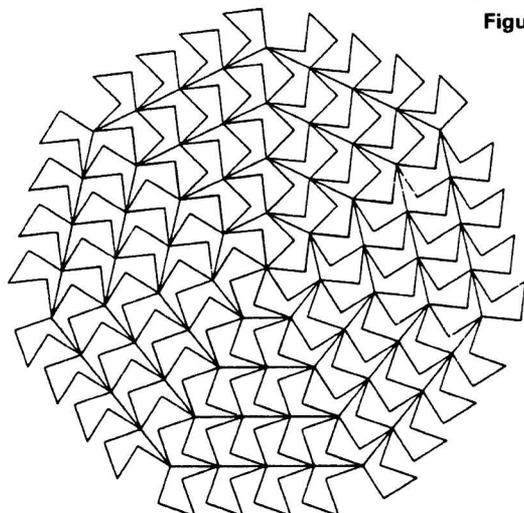


Figure 7



Pour ces rosaces infinies à base pentagonale deux possibilités sont offertes à l'utilisateur : le motif de base subit une réflexion ou non (figures 8 et 9).

Figure 8

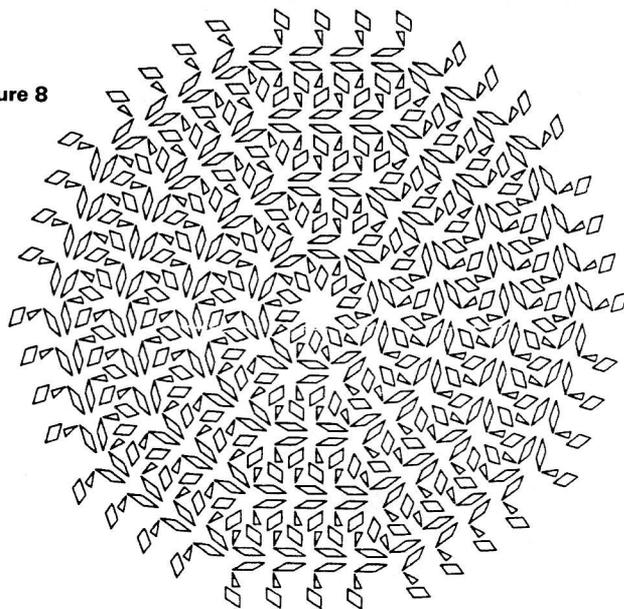
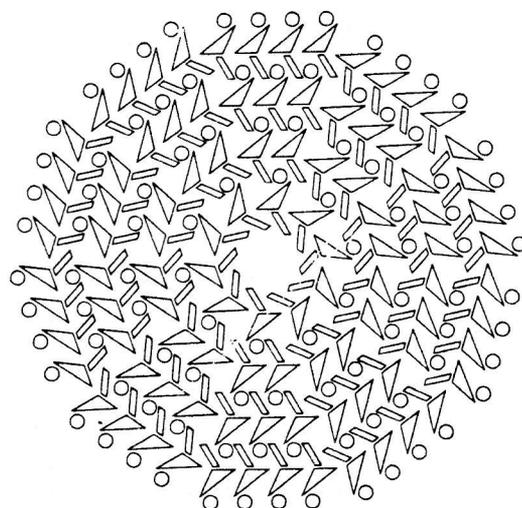


Figure 9



- Les **frises**, c'est-à-dire les structures ayant des symétries de translation dans une seule direction. Les sept classes de symétrie sont bien sûr identifiées (figure 10).
- Les **pavages**, c'est-à-dire les structures ayant des symétries de translation dans deux directions distinctes. Les 17 classes de symétrie sont identifiées (figure 11).



Figure 10

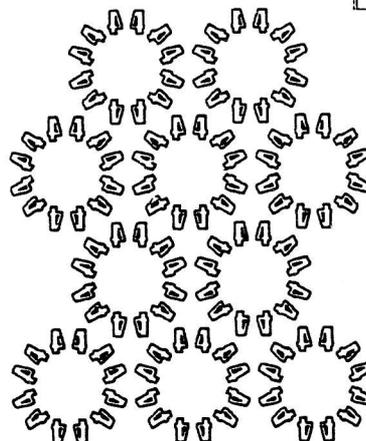


Figure 11

2] Des structures géométriques ayant des symétries homothétiques :

- Les structures à base trapézoïdale (figure 12). Ces structures possèdent des symétries de rotation et d'homothétie.
- Les structures à base de quadrilatère symétrique (figure 13). Ces structures possèdent des symétries de rotation, de réflexion et d'homothétie. Le quadrilatère peut dégénérer en triangle.
- Les structures à base rectangulaire (figure 14). Ces structures possèdent des symétries par la composition d'homothéties et de rotations.

- Les structures à base de polygone arbitraire (figure 15). Ces structures sont simplement produites par des applications successives d'une même homothétie appliquée à un anneau de trapèze. L'utilisateur définit cet anneau en donnant des longueurs de rayons et des valeurs d'angle.

L'utilisateur placera un motif dans un trapèze et le programme se chargera de le reporter aux autres trapèzes dans l'anneau initial à l'aide de transformations projectives. Plusieurs possibilités sont alors offertes à l'utilisateur. Il peut choisir de faire ou de ne pas faire des réflexions projectives selon les côtés du trapèze initial (figure 16).

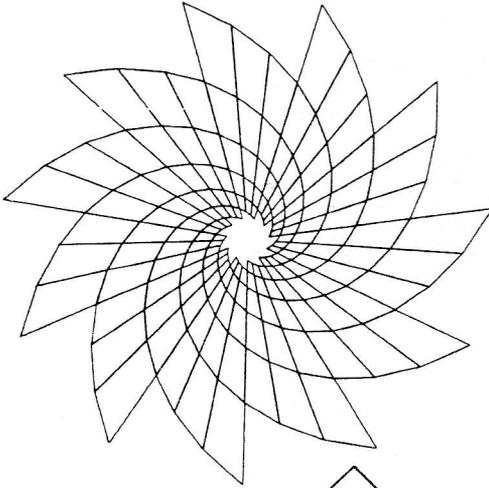


Figure 12

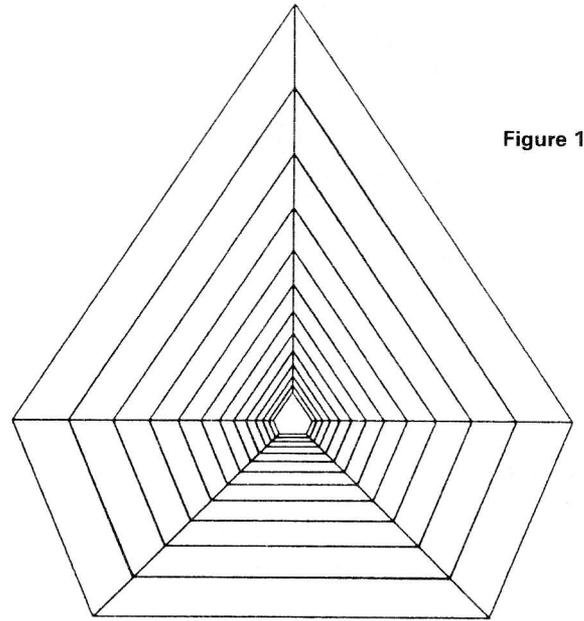


Figure 15

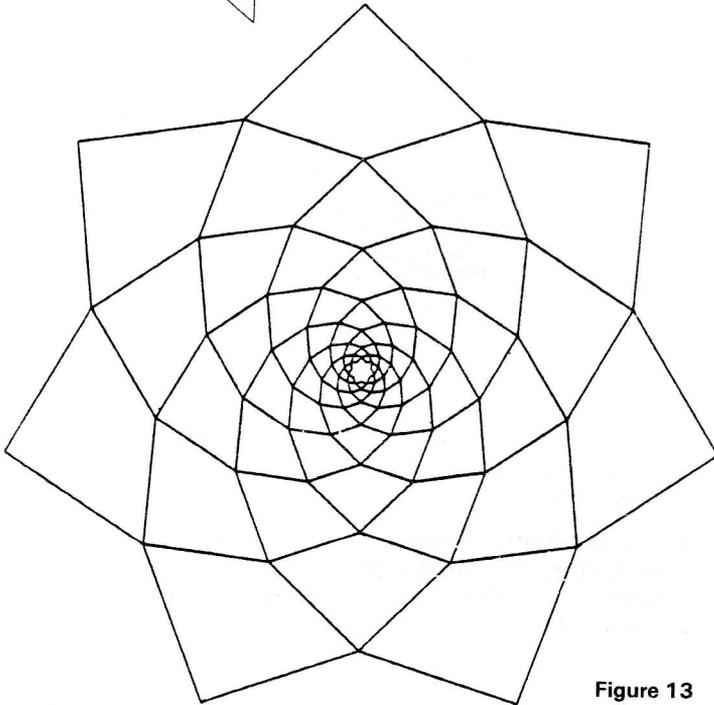


Figure 13

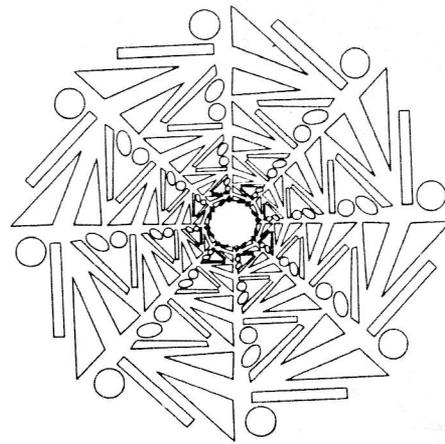


Figure 16

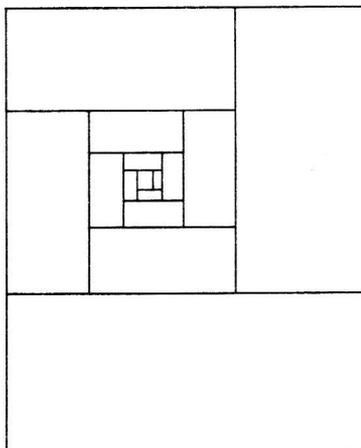
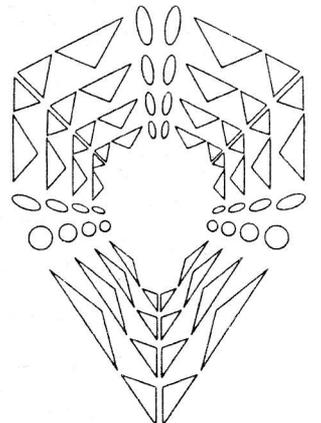


Figure 14

3] Des structures géométriques n'ayant aucune symétrie mais dont le rythme visuel obéit à des progressions arithmétiques ou des progressions géométriques :

- Les **frises dynamisées**. L'usager peut déformer les sept classes de symétrie des frises à partir des translations dont il définit la progression. Si t désigne la longueur de la première translation et a un nombre réel, alors les deux progressions permises sont :

- $t, t + a, t + 2a, t + 3a, \dots$ (progression arithmétique)
 - t, ta, ta^2, ta^3, \dots (progression géométrique)
- (figure 17).



Figure 17

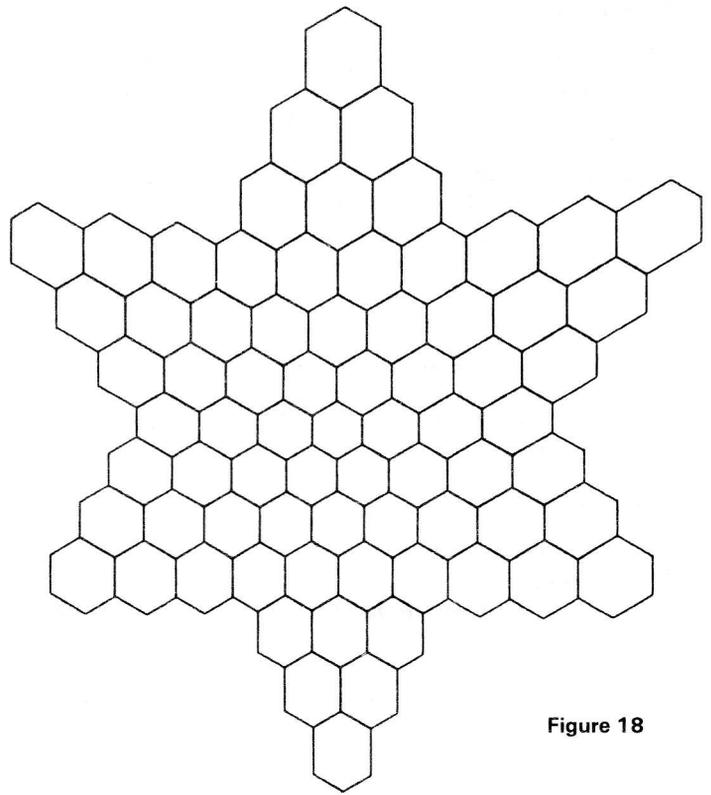
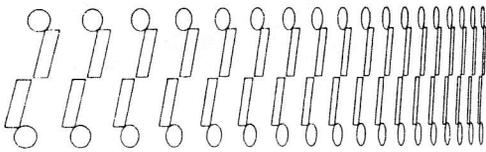


Figure 18

- Les **pavages dynamisés**. L'usager peut déformer les 17 classes de symétrie des pavages à partir de translations dont il définit la progression arithmétique ou géométrique.

Dans le cas où le pavage est à base de parallélogrammes (ou de carrés ou de rectangles) l'usager, pour les deux directions associées aux côtés du parallélogramme, peut distinguer pour chacune, deux orientations opposées avec des progressions différentes. De même, dans le cas où le pavage est à base d'hexagones, l'usager pour les trois directions associées aux côtés de l'hexagone, peut distinguer pour chacune, deux orientations opposées avec les progressions différentes. Pour le cas hexagonal, la figure 18 illustre des progressions différentes pour les six orientations possibles. La figure 19 illustre des cas où les orientations opposées ont la même progression.

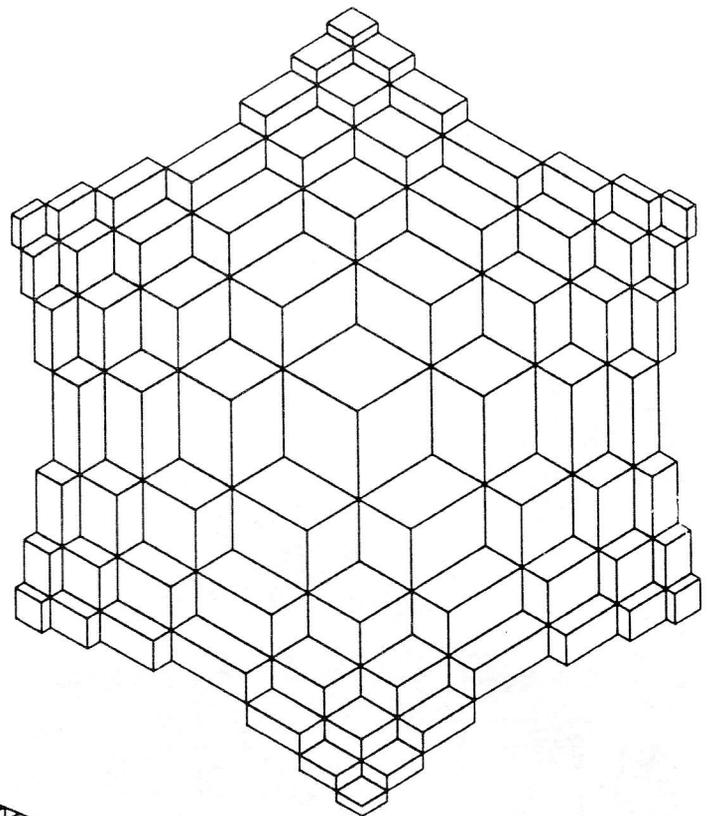
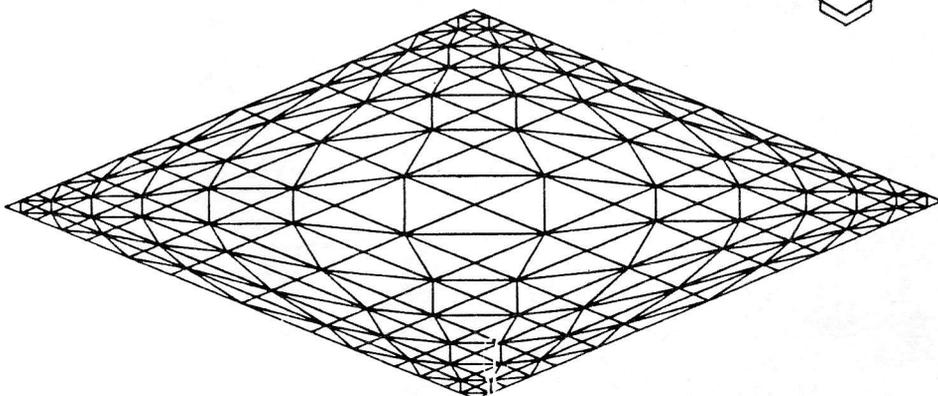


Figure 19



Conclusion

Alhambra est le premier logiciel français qui permet de créer de manière systématique une grande variété de rythmes visuels. Il est d'usage facile et ne demande aucune connaissance informatique. Le guide de l'utilisateur par ailleurs décrit explicitement les différents types de structures géométriques qui sont à la base de ces rythmes visuels. L'utilisateur doit cependant avoir une certaine habileté pour visualiser les raccords de lignes à partir du motif initial dans ses trajectoires subséquentes.

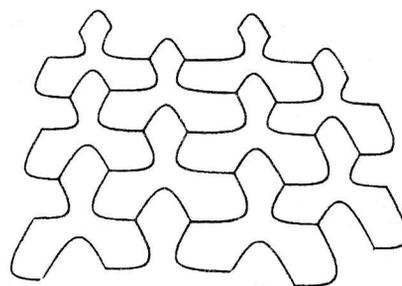
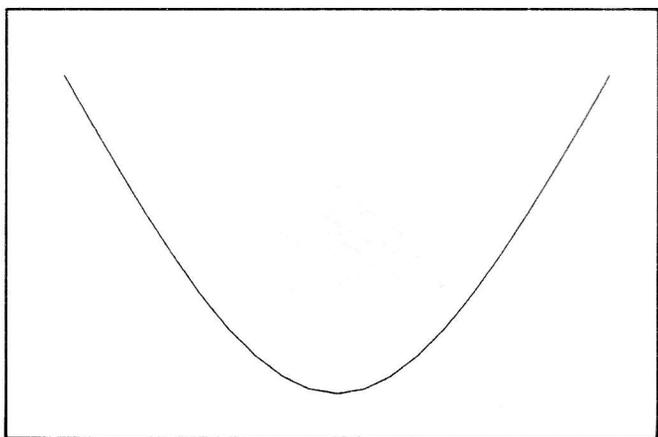
Les applications d'Alhambra aux métiers d'art sont évidentes mais l'objectif ultime d'Alhambra est d'ouvrir l'étude des rythmes visuels à des fins expressives.

Bibliographie

Graphisme et Géométrie

Michel Fleury

Presses de l'Université du Québec, janvier 1986. ■



motif pour obtenir le dessin

