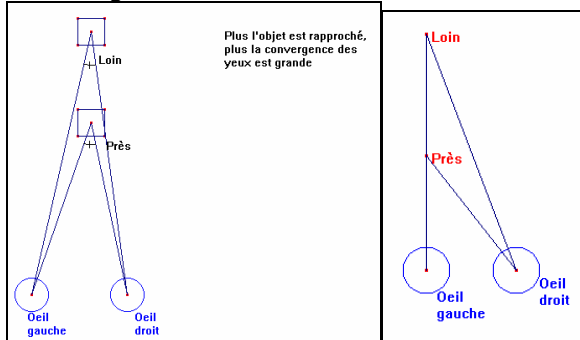


# Réalisation de figures en vision binoculaire

Jean-Pascal Duclos  
jpduclos@club-internet.fr

## I Principe de la vision binoculaire

### 1 Convergence oculaire

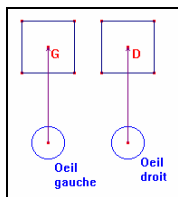


La convergence des yeux est interprétée comme une notion de proximité. Par rapport à l'œil gauche, un objet éloigné apparaît à l'œil droit comme décalé vers la droite.

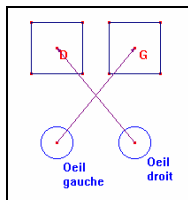
En créant artificiellement ce décalage, on induit la sensation de relief.

Il va de soi que les images perçues par l'œil gauche et par l'œil droit ne sont pas rigoureusement identiques.

### 2 Vision parallèle, vision croisée, anaglyphes.



Vision parallèle : Moins fatigant pour les yeux, mais le fait que l'écart entre les images est en général plus grand que l'écart entre les yeux, et oblige à pratiquer un strabisme divergent, ce qui demande une certaine habitude. On peut compenser cet inconvénient en utilisant des dessins de petite taille, mais on perd alors le détail. L'idéal est d'utiliser des lentilles qui agrandissent l'image et permettent la convergence.

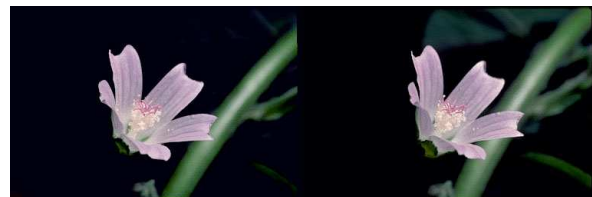


Vision croisée : Plus facile à obtenir, mais nécessite un strabisme convergent fatigant à la longue.

En voici un exemple : Les images droites et gauche ont été inversées (Indication : la tige se trouve *derrière* la fleur).



Vision parallèle



Vision croisée

Placer le doigt contre le dessin, entre les deux images, puis « laisser aller » le regard vers l'infini, jusqu'à ce que les deux images du doigt encadrent un seul dessin central. Celui-ci apparaît alors en relief.

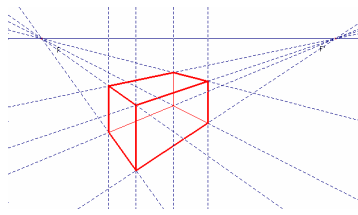
Fixer l'image et rapprocher le doigt de son nez afin que les images du doigt recouvrent chacun des dessins. Fixer alors son doigt en « louchant ». Le dessin qui apparaît alors derrière le doigt est en relief.

Anaglyphes : Les deux dessins sont pratiquement superposés, l'un de couleur rouge, l'autre de couleur verte. En observant les deux dessins à travers un filtre rouge, le dessin rouge apparaît en rouge sur fond rouge, donc est invisible, et le dessin vert apparaît en rouge + vert = foncé sur fond rouge, donc est très visible. Donc l'œil gauche, au filtre rouge, ne voit que le dessin vert. L'œil droit, au filtre vert, ne voit que le dessin rouge. L'inconvénient, outre la nécessité de lunettes de décodage, est que le procédé gère mal les images en couleur

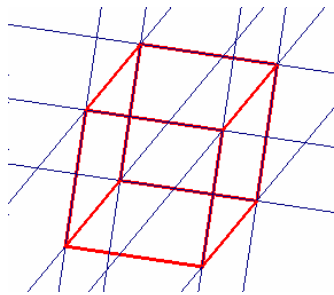


Vue en anaglyphe

### III Perspective cavalière



La représentation d'un objet de l'espace en perspective naturelle est régie par des lois très complexes. Il s'agit approximativement d'une projection conique de l'espace sur un plan perpendiculaire à la ligne de visée (en fait, c'est plus compliqué car le rétine est sensiblement sphérique). Les parallèles sont représentées par des droites concourantes (aux points de fuite), les rapports ne sont pas respectés, en particulier les milieux ne sont pas représentés par les milieux.

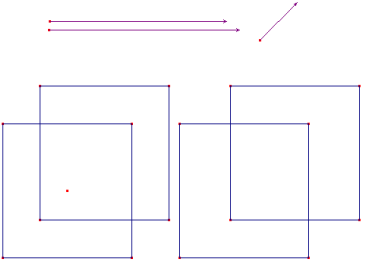


En perspective cavalière, on utilise une projection parallèle de l'espace sur un plan. Les droites parallèles sont représentées par des droites parallèles, les objets dans un plan frontal sont représentés en vraie grandeur quel que soit leur éloignement, les milieux sont représentés par les milieux des images, les rapports sont respectés, etc. La vision, même si elle semble déformée par rapport à la perspective traditionnelle, est en général facile à interpréter.

La perspective cavalière se prête donc particulièrement à la représentation d'objets de l'espace, que ce soit « à la main » en utilisant par exemple du papier quadrillé, ou en utilisant un logiciel de dessin géométrique, ce qui a pour avantage, outre la précision du tracé, de pouvoir effectuer des animations ou des déformations.

### III Comment réaliser une figure en 3D avec Cabri-Géomètre

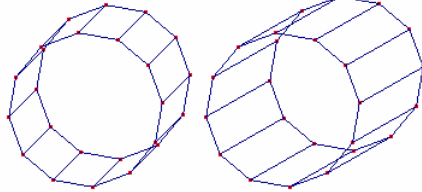
#### 1 La figure de base

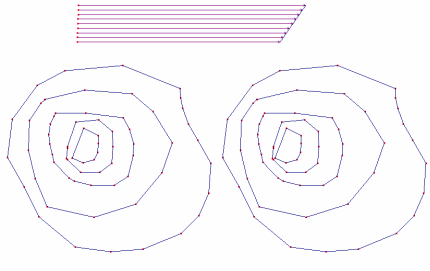
	<ul style="list-style-type: none"><li>* Construire deux vecteurs horizontaux, qui détermineront le décalage des dessins gauche et droit. Le vecteur « arrière » étant légèrement plus long que le vecteur « avant ».</li><li>* Construire un vecteur oblique qui permettra le passage de la face avant à la face arrière dans le dessin gauche.</li><li>* Construire un carré qui représentera la face avant gauche.</li><li>* Opérer la translation de cette face avant gauche selon le vecteur « avant ». On obtient la face avant droite.</li><li>Opérer la translation de la face avant gauche selon le vecteur oblique. On obtient la face arrière gauche.</li><li>Opérer la translation de la face arrière gauche selon le vecteur « arrière ». On obtient la face arrière droite.</li></ul>
---	--

En jouant sur les longueurs des vecteurs, et l'orientation du vecteur oblique, ainsi que sur les points de construction du carré, on peut ajuster le dessin à sa convenance.

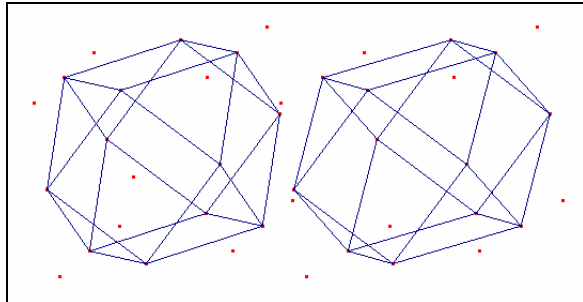
On effectuera tous les dessins dans la figure de gauche. Un dessin sur la face avant ou sur la face arrière trouvera son homologue dans le dessin de droite en effectuant l'une ou l'autre des translations adéquates. Pour les objets qui ne sont pas dans ces plans, utiliser les propriétés de la figure (milieux, parallélisme, etc.).

#### 2 Réalisations

	<p>En partant d'un polygone, on réalise facilement un prisme.</p>
---	---

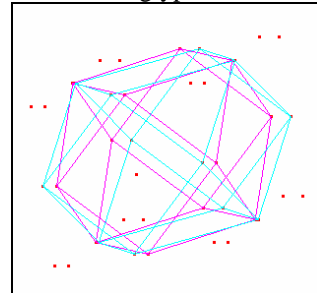
	<p>Courbes de niveau.</p>
---	---------------------------

Le cube tronqué  
Version binoculaire

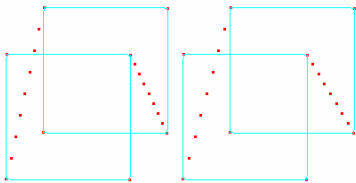


Sur la figure de base, placer tous les milieux des arêtes. Relier ces points par des segments. Masquer les faces de construction

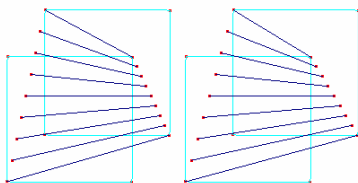
Version anaglyphe



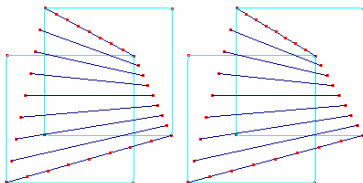
Une surface réglée



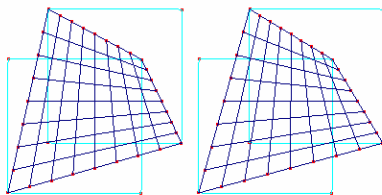
Partager les diagonales en huit parties égales.



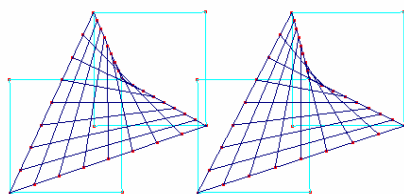
Relier les points de chaque diagonale



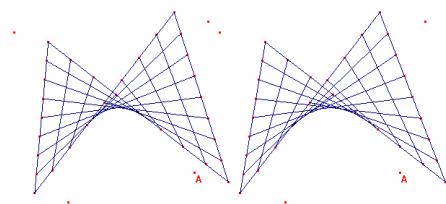
Recommencer en choisissant d'autres diagonales



On obtient une surface réglée en grille

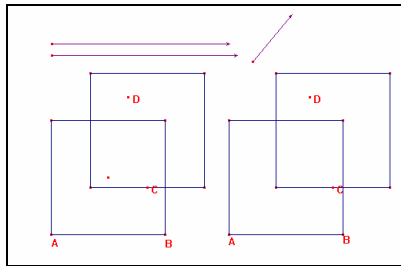


Jouer sur les paramètres pour accentuer le relief

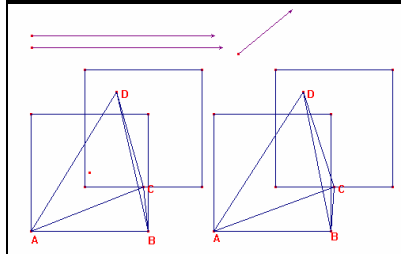


Choisir d'autres diagonales donne des résultats intéressants.

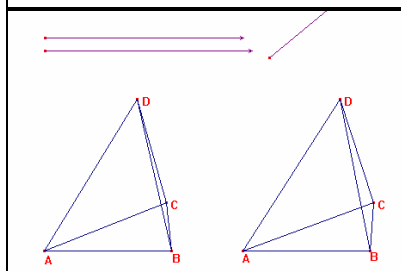
### Un tétraèdre et ses médianes



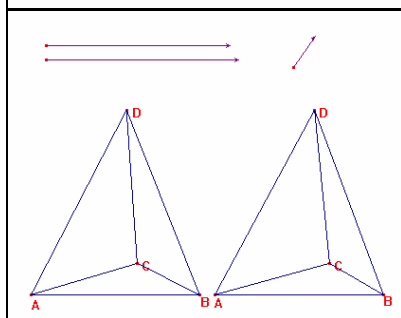
Choisir deux sommets sur la face avant en bas.  
 Choisir un sommet au milieu du segment bas arrière.  
 Choisir un sommet au milieu de la diagonale de la face supérieure.



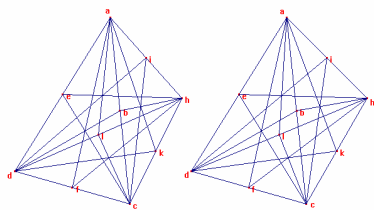
Rejoindre les sommets par des segments.



Masquer les traits de construction

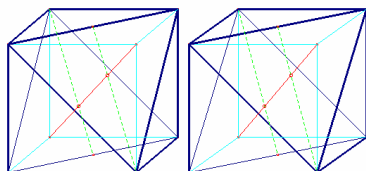


Jouer sur les vecteurs pour modifier la figure



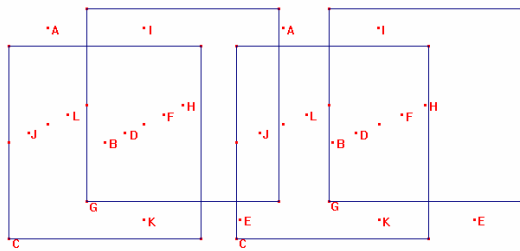
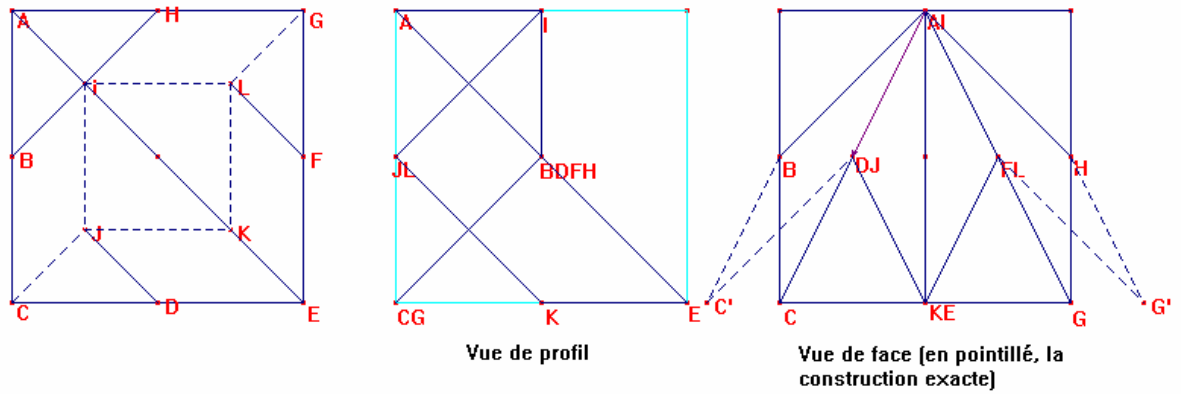
On peut alors travailler sur le tétraèdre : ici, on a tracé toutes les médianes des faces.

### Le cube bi-tronqué

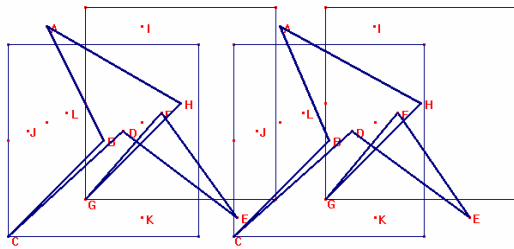


Les plans obliques partagent la grande diagonale en trois segments égaux

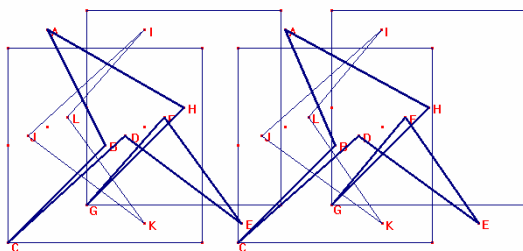
La cocotte



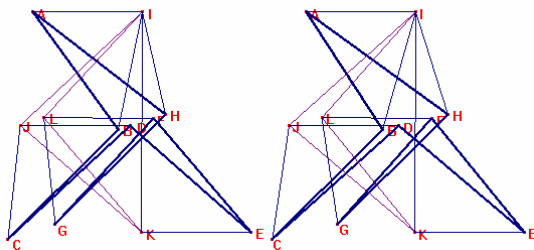
En utilisant la fonction « milieu », placer les points nécessaires à la construction.



Tracer le bord de la cocotte.

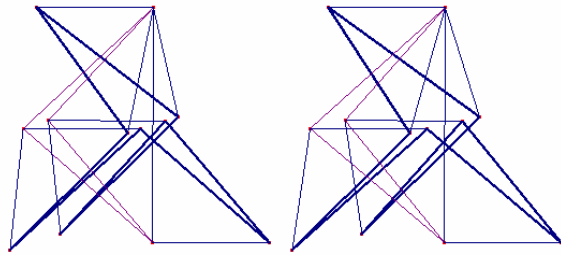


Tracer le carré central.

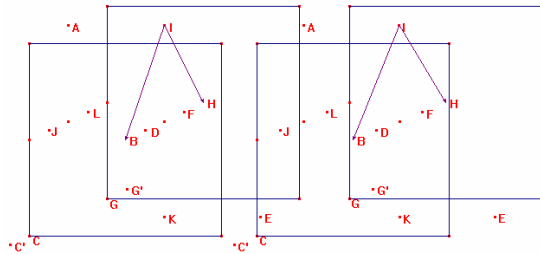


Masquer les éléments de construction.

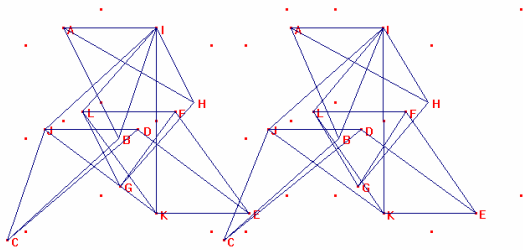
Compléter avec les segments manquants.



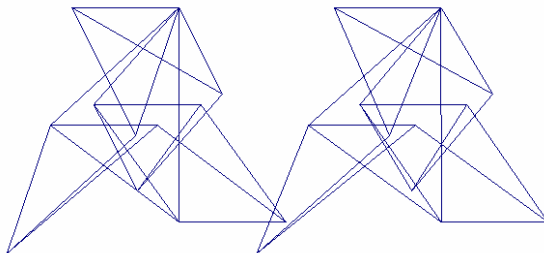
Pour plus de lisibilité, on peut aussi masquer les noms des points



En fait, le quadrilatère IJCD n'est pas plan. Pour avoir une figure exacte, construire C et G en utilisant des translations



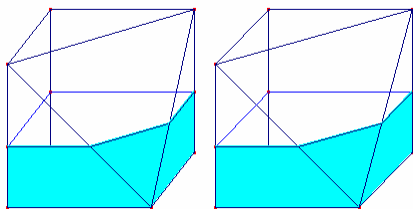
Reprendre alors les tracés précédents.



Constater la différence !

### L'aquarium

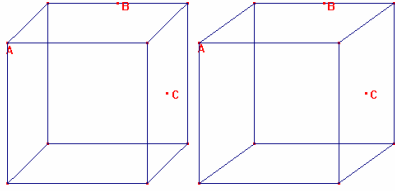
On peut faire varier la hauteur de l'eau. Le calcul du volume en fonction de la hauteur permet d'étudier une fonction.



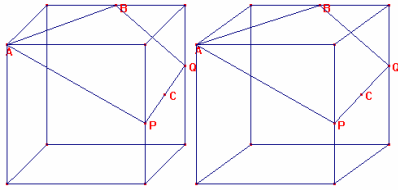
Hauteur de l'eau : 0,42  
Volume de l'eau : 0,60

## Le plan des trois points

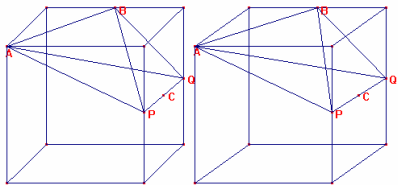
Etant donné un cube, on choisit trois points  $A, B, C$  :  $A$  est le sommet haut avant gauche,  $B$  le milieu de l'arête arrière haut,  $C$  le centre de la face droite. Déterminer l'intersection du plan  $ABC$  avec les faces du cube, et tracer la perpendiculaire issue de  $A$  à la droite d'intersection du plan avec la face inférieure.



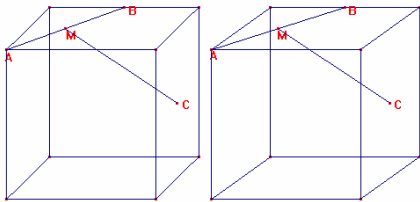
Tracer la figure de base : le cube et ses trois points.



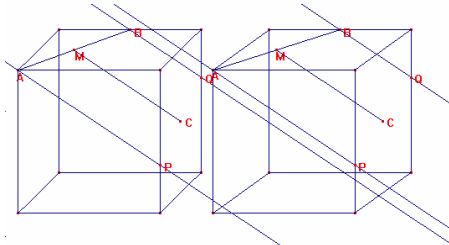
Le segment  $[AB]$  appartient au plan. Placer au jugé  $P$  sur l'arête, puis  $Q$  symétrique de  $P$  par rapport à  $C$ . Faire varier  $P$  afin que les points  $A, B, Q, P$  soient coplanaires.



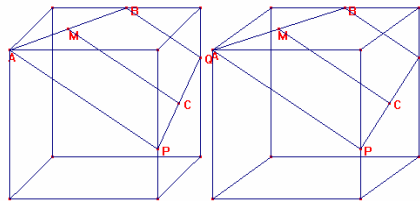
Pour une meilleure approche, tracer les diagonales du quadrilatère gauche  $ABQP$ . Sont-elles sécantes ? La vision en relief permet de le vérifier.



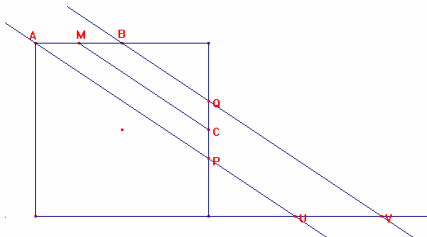
Une approche géométrique est nécessaire. Soit  $M$  le milieu de  $(A,B)$ , la droite  $(MC)$  appartient au plan, et est parallèle aux faces avant et arrière (pourquoi ?).



Le tracé des parallèles permet de placer avec précision les points  $P$  et  $Q$ . Montrer qu'ils sont situés au tiers de l'arête.

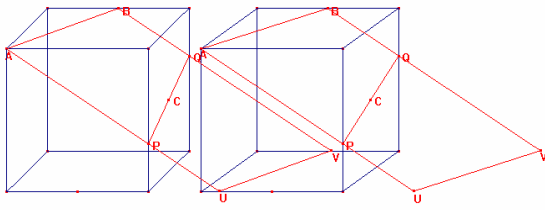


On peut alors masquer les traits de construction.

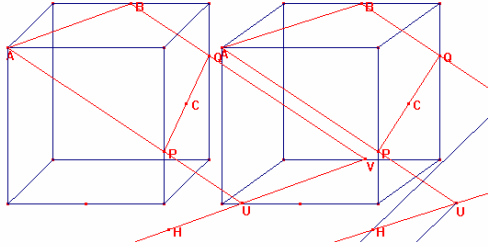


Pour déterminer les points d'intersection des droites  $(AP)$  et  $(BQ)$  avec le plan de base, on observe la figure de face. Thalès est alors bien utile !

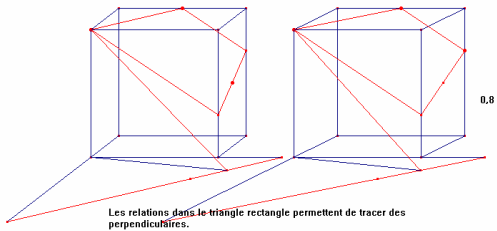




Et voilà le résultat !

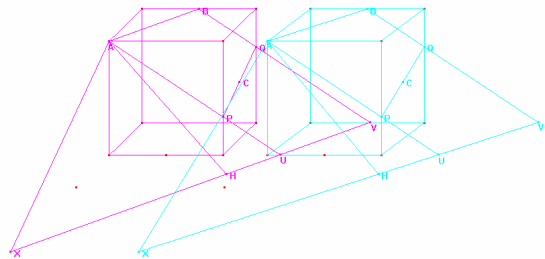


Pour aller plus loin, on peut déterminer la position de H, projeté orthogonal de A sur (UV), en utilisant les relations métriques dans le triangle rectangle.

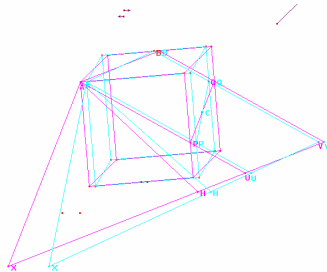


Les perpendiculaires à la droite (UV) ne sont pas tracées au hasard !

Les relations dans le triangle rectangle permettent de tracer des perpendiculaires.



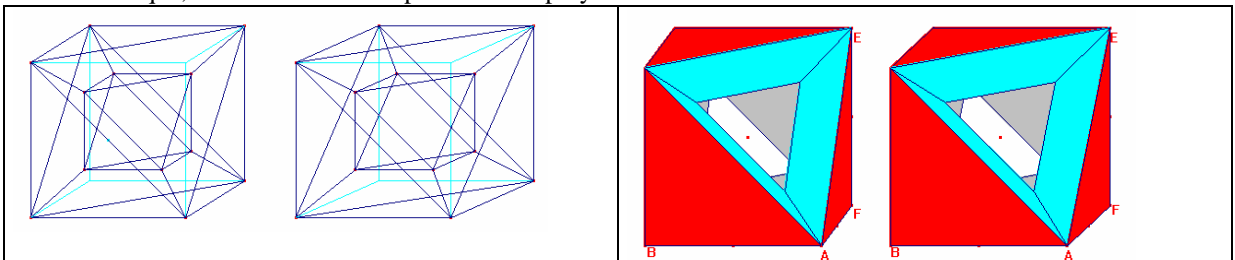
Pour transformer la représentation binoculaire en anaglyphe, il faut avec patience colorer tous les éléments en rose ou en bleu.



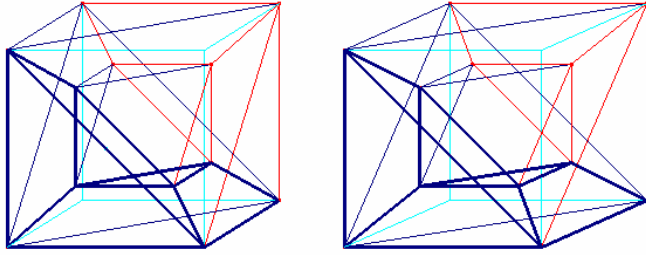
Jouer ensuite sur les vecteurs avant et arrière pour superposer les deux images (l'un vers la droite, l'autre vers la gauche). Eviter les horizontales dans le dessin.

### Le polyèdre de Duclos

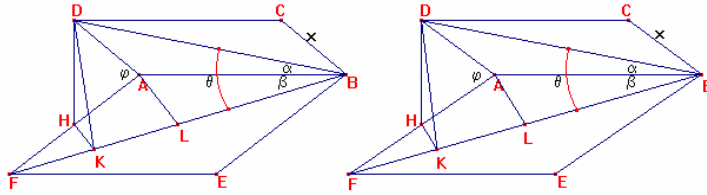
C'est un polyèdre torique (avec un trou) réalisé à partir d'un cube bi-tronqué. La cavité intérieure est aussi un cube bi-tronqué, dont les arêtes sont parallèles au polyèdre extérieur.



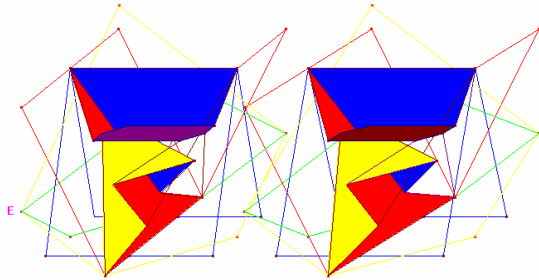
### La trisection du polyèdre de Duclos



Le théorème des tuyaux  $\cos \theta = \cos \alpha \cdot \cos \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \varphi$ .

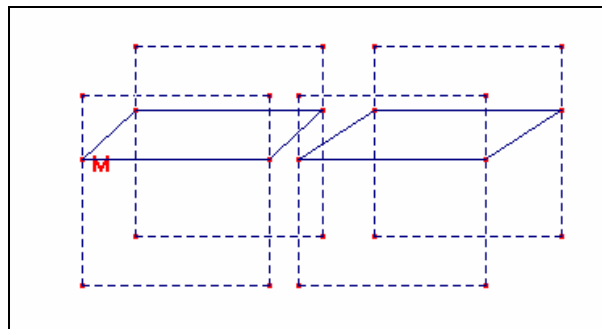
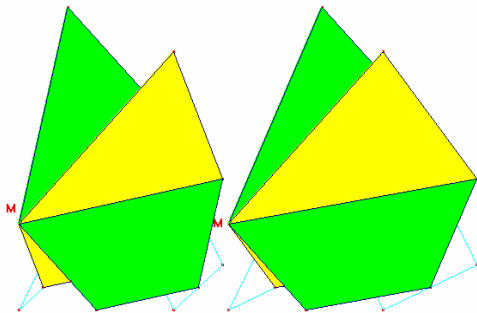
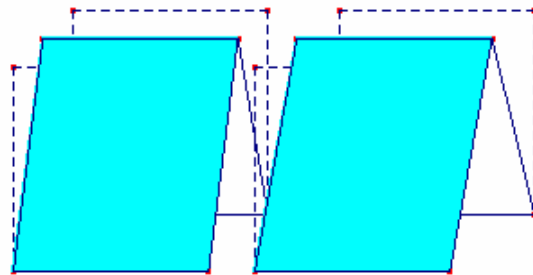
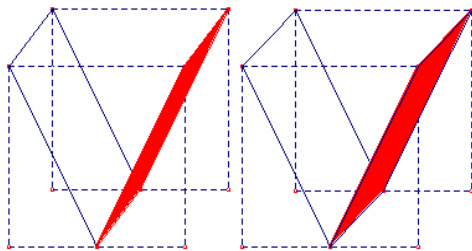


Le polyèdre de Szilassi

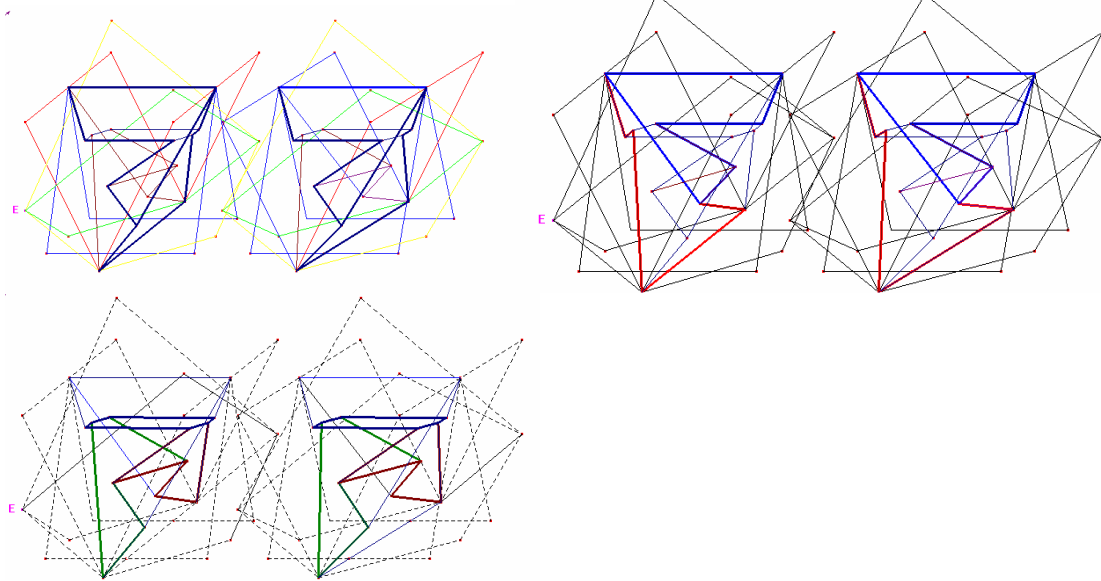


Découvert en 1957, c'est un polyèdre torique à sept faces dont chacune a une arête commune et une seule avec chacune des six autres.

Les sept plans du polyèdre de Sylassi



## Les sept faces du polyèdre



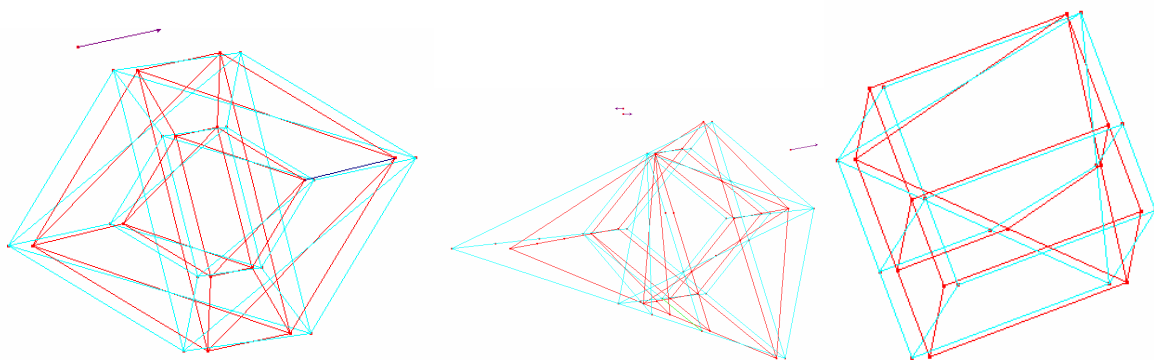
## Quelques anaglyphes

Sur le même principe que la vision binoculaire, les deux images sont codées selon des couleurs différentes, puis les vues sont superposées. Le décodage du dessin nécessite des lunettes à verres colorés, mais l'obtention du relief est plus rapide et plus efficace..

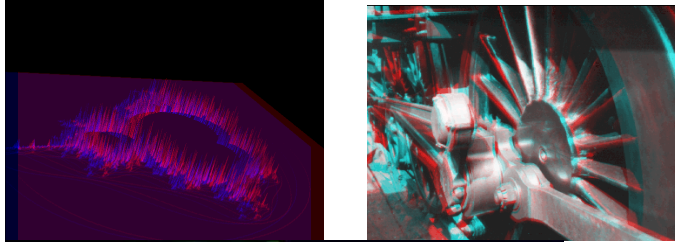
*Remarquer que les vecteurs avant et arrière sont courts, et dirigés en sens contraire.*

*Il est prudent d'éviter les horizontales dans le dessin.*

*Contrairement à la vision binoculaire, le dessin est peu interprétable à l'œil nu*



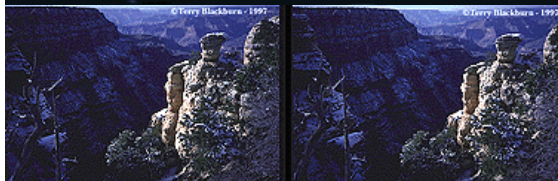
Quelques images en relief



Dans le domaine technique :



Des fleurs



Des paysages...



En déplaçant le motif dans les cases, on crée l'impression de relief (effet « papier peint »)



La vision binoculaire a souvent été utilisée pour des photos coquines, voire plus ...