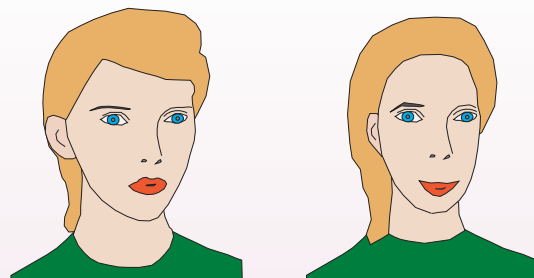


De la BD au dessin animé

Le morphing est connu pour quelques réalisations impressionnantes, comme le vieillissement rapide d'un acteur au cinéma. Loin du maquillage, il s'agit d'une méthode mathématique reposant sur la géométrie du triangle. Elle permet entre autres de transformer une planche de BD en un dessin animé.

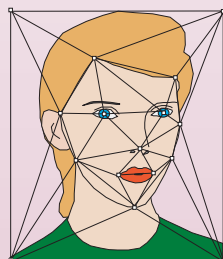
Dans son film *Titanic* (1997), James Cameron fait vieillir son actrice sans avoir (trop !) recours au maquillage. Les mathématiques peuvent-elles aider à transformer une image en une autre ? Par exemple, comment créer des intermédiaires entre le premier dessin et le second dans la figure ci-dessous ?



Deux portraits. Comment passer de l'un à l'autre ?

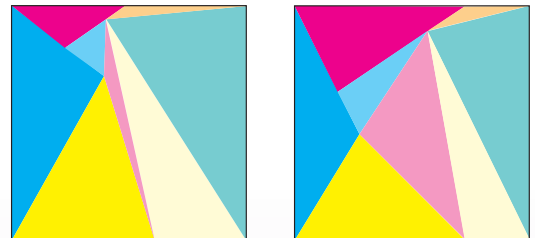
+ L'art de la triangulation

Une réponse au problème est donnée par le *morphing*. Pour cela, les deux dessins doivent être découpés en deux systèmes de triangles compatibles. Pour un visage, parmi les sommets des triangles, il faut inclure les yeux, les oreilles et, parmi les côtés, le tour du visage. La figure suivante montre le résultat.



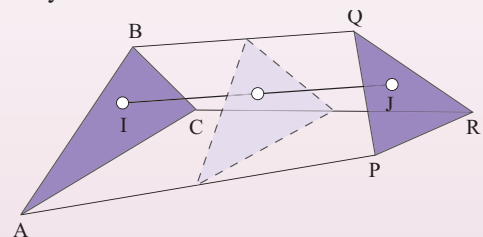
Triangulation d'un visage.
La forme n'a pas besoin d'être respectée mais les sommets doivent se situer en des points remarquables.

Considérons alors l'autre visage et découpons-le en un système de triangles compatible (même nombre, même disposition mais par forcément les mêmes dimensions). Les éléments importants du visage, comme les yeux, le nez, le front, le menton, doivent pouvoir se correspondre. Les deux systèmes de triangles doivent également pouvoir se déformer l'un en l'autre. Sur le schéma simplifié ci-après figure un carré où les triangles se correspondant ont même couleur.



Les deux systèmes de triangles doivent être déformables l'un en l'autre.

Sur chaque triangle du premier carré, utilisons alors une transformation affine pour passer au triangle correspondant (de même couleur sur la figure) dans le second. Cette transformation correspond à la notion de barycentre :

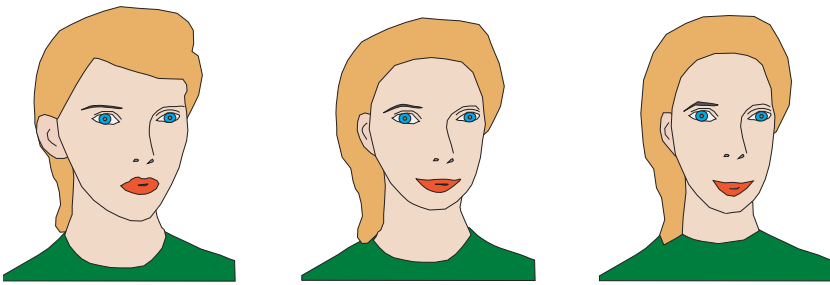


Passage d'un triangle à l'autre, de gauche à droite.

À partir de points identiquement situés (c'est-à-dire mêmes barycentres des sommets) dans chaque triangle, comme I et J, on place un point intermédiaire, leur milieu.

On peut généraliser avec leurs propres barycentres et ainsi obtenir un grand nombre d'intermédiaires.

Si les triangles extrêmes sont ABC et PQR, les sommets des triangles intermédiaires sont les barycentres de A et P, B et Q, C et R, donc les points $tA + (1-t)P$, $tB + (1-t)Q$ et $tC + (1-t)R$ où t varie entre 0 et 1.



Morphing entre deux visages.
Le résultat tient à la triangulation utilisée !

Cela définit une transformation d'un triangle dans l'autre. En réunissant ces différentes transformations affines, nous obtenons une transformation continue d'un carré dans l'autre. Les logiciels de *morphing* fonctionnent ainsi. Ils définissent automatiquement la triangulation à partir des sommets donnés des triangles. Bien entendu, une telle triangulation n'est pas unique, et il peut survenir des surprises ! Pour corriger les erreurs, il suffit en général de distribuer les points dans un ordre logique.

La figure *Morphing entre deux visages* montre le résultat. Une telle transformation a été utilisée de façon spectaculaire dans *Titanic* pour faire vieillir Kate Winslet en quelques secondes de 1912 à 1998. Vous pouvez aussi opérer un *lifting* sans danger sur une personne âgée et lui faire retrouver sa jeunesse... de manière virtuelle. Des logiciels de *morphing* peuvent être facilement trouvés sur Internet.

+ Du barycentre à l'interpolation

La même technique permet d'interpoler deux images dans des films d'animation. Prenons l'exemple d'un personnage qui marche. Autrefois, les dessins animés demandaient une armée de dessinateurs pour créer les étapes entre deux phases de la marche.

En utilisant quelques points de triangulation sur les bras et les jambes, nous obtenons la phase médiane de la figure ci-contre.

Le procédé étant continu, il permet de créer rapidement un dessin animé. De même, à partir de quelques photos, on peut reconstituer un film. Quelques logiciels gratuits permettent de réaliser ce genre d'effets. Voilà une bonne raison pour vous plonger dans votre réserve de photos numériques !

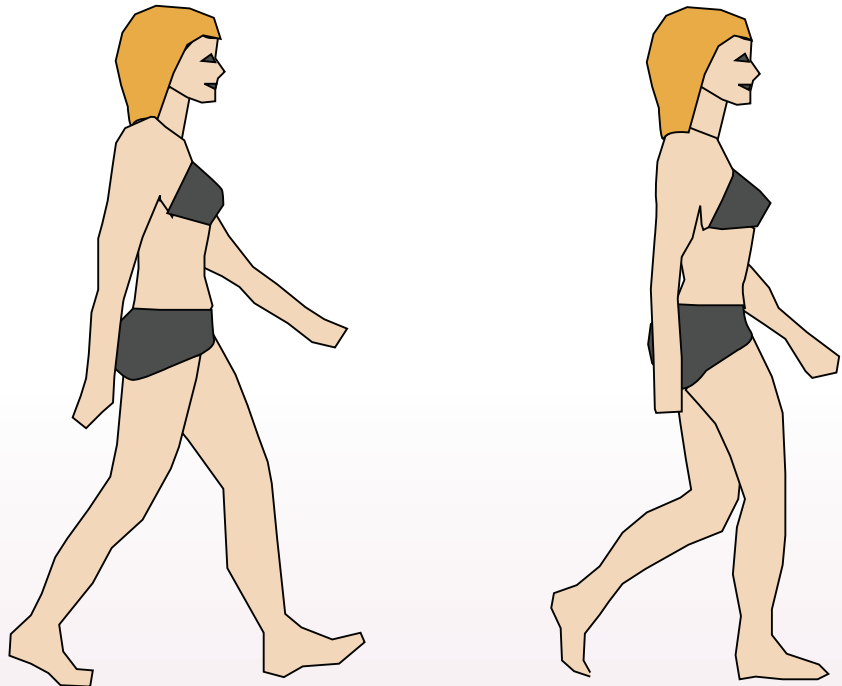
□ — H. L.

RÉFÉRENCE

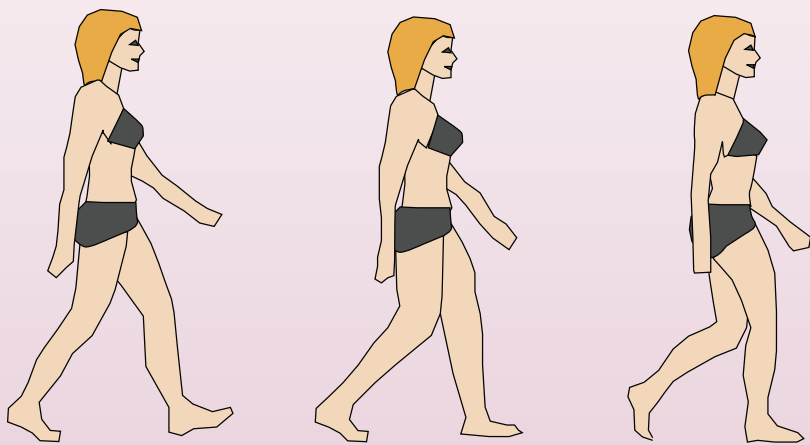
- Les transformations, de la géométrie à l'art. Bibliothèque Tangente 35, 160 pages, 2009. Voir en particulier l'article *L'œil du topologue et le morphing*.



La notion de triangle est au centre du morphing.



Deux phases de la marche.



Trois phases de la marche.