

PIERRE AUDIN

Département de mathématiques
du Palais de la découverte

FORMES
MATHÉMATIQUES

« Pourquoi y a-t-il un cœur dans mon bol ? »



© P. Audin.

Avez-vous remarqué, sur cette photographie, le trait blanc qui apparaît à gauche sur la surface de ce bol de chocolat au lait ?

Les enfants sont formidables. Ils posent toujours des questions embarrassantes. Pourquoi y a-t-il un cœur ? Que répondre ?

Un cœur ou un rein ?

Sur la photographie de la page précédente, sous la cuillère, on voit bien qu'il y a une ombre sur la surface chocolatée à cause du bol lui-même. Cela va nous mettre sur la piste pour parvenir à expliquer l'apparition du « cœur ». En effet, le bord du bol est circulaire et ce bol est éclairé par la lumière du Soleil dont les rayons arrivent parallèlement les uns aux autres (fig. 1).

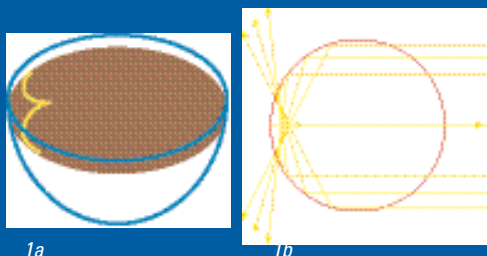


Figure 1

Les rayons lumineux dessinent la forme du cœur parce qu'ils se réfléchissent sur le bord intérieur du bol.

N'atteignant qu'une partie de l'intérieur du bol, comment les rayons lumineux se réfléchissent-ils sur un arc de cercle ? Quand un rayon lumineux se réfléchit sur une courbe, cela revient à sa réflexion sur la tangente au même point (fig. 2). Et le rayon réfléchi fait avec la courbe (ou sa tangente) le même angle que le rayon incident.

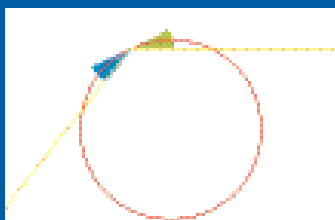


Figure 2

Un rayon lumineux vient se réfléchir sur le bord intérieur du bol. Au point de réflexion, il forme avec la tangente un cercle de deux angles égaux : l'angle d'incidence (en vert) et l'angle de réflexion (en bleu clair).

En traçant seulement quelques rayons, on voit déjà qu'une courbe commence à se dessiner (fig. 3). En fait, il y a de la lumière partout dans la partie du disque sans ombre, mais cette lumière ne se répartit pas uniformément, à cause des réflexions sur le cercle. Il y a des points où la lumière s'accumule, et ces points forment ce que l'on appelle traditionnellement une *caustique* : les points de la courbe sont plus lumineux, mais aussi plus chauds (en grec, *kaustikos* signifie « qui brûle »). Dans le cas des rayons qui se réfléchissent sur le cercle, la courbe ressemble plus à un rein qu'à un cœur et s'appelle une *néphroïde* (du grec *nephros*, signifiant « rein »). La voilà qui se dessine (fig. 3).

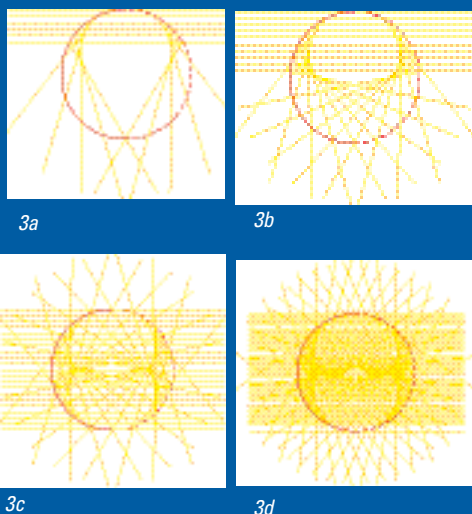


Figure 3

Plus on dessine de rayons lumineux, plus le dessin devient chargé, mais mieux il fait apparaître la néphroïde dans cette « pagaille » de traits.

Pour en revenir au bol de chocolat, on n'obtient qu'une partie de la courbe, ce qui donne l'impression qu'il s'agit d'un cœur. Il se dessine, que ce soit sur du chocolat, du café, du lait, de la soupe, de l'eau... la seule chose qui importe est d'avoir une surface plane.

Du cœur à la soucoupe volante ?



Figure 4
Un extrait
de la figure 3c.

Les rayons lumineux sont à l'origine de bien des « phénomènes », par exemple les arcs-en-ciel ou les « soucoupes volantes » qui sont toujours décrites comme des objets très lumineux... Imaginez prendre un petit bout du cœur (la pointe) et faites-le tourner, dans l'espace, autour d'un axe vertical (fig. 4).

Vous venez presque de fabriquer... une soucoupe volante ! Évidemment, pour que le résultat ressemble vraiment à une soucoupe volante, il vaudrait mieux qu'elle soit un peu plus arrondie en haut et en bas (fig. 5).



Figure 5
Ce que l'on imagine comme
soucoupe volante.



© M. Audin.

Figure 6
Ce n'est plus du chocolat mais du thé à la menthe. Le verre n'a pas de soucoupe, mais regardez l'ombre produite par le soleil.

Pour « fabriquer » d'autres formes qui ressemblent à des soucoupes volantes, on peut utiliser d'autres caustiques (fig. 6). Mais ça, c'est une autre histoire...

Remerciements familiaux à Myriam Audin pour son mot d'enfant « Il y a un cœur dans mon bol ! » et à Michèle Audin qui m'a fourni la plupart des illustrations.

P. A.