

sions, a été réalisée avec les aiguilles à tricoter parallèles aux flèches simples du rectangle, et les tours de tricotage formés dans la direction des flèches doubles (voir la figure 5). Elle avait beaucoup d'imperfections, mais à l'époque, je n'en avais relevé qu'une seule : cette bouteille en laine était figée dans une configuration tridimensionnelle unique, parce que je l'avais réalisée avec une auto-intersection. Pour régler ce problème, j'ai rapidement réalisé une bouteille de Klein, assez vilaine, dotée d'un trou (voir la figure 6).

Les défauts de mes premières bouteilles de Klein tricotées se rangeaient en deux catégories : esthétique et mathématique. D'abord l'esthétique : ces objets étaient affreux ! L'une des raisons était que j'utilisais du mauvais matériel. J'ai toujours préféré me servir d'aiguilles à tricoter circulaires, qui sont composées de deux extrémités pointues reliées par un câble fin et souple. À l'université, j'utilisais souvent des aiguilles dont je raccourcissais les câbles en plastique en les faisant fondre, ou je fabriquais mes propres aiguilles circulaires avec du fil métallique et du ruban d'emballage (qui accrochait sans arrêt le fil à tricoter).

Ces tentatives pour fabriquer des aiguilles à la fois suffisamment courtes et suffisamment flexibles pour mes besoins ont donné lieu à une expérience de tricotage plutôt frustrante et à des résultats pas très heureux. Par la suite, j'ai pu me procurer des aiguilles en bambou fixées à des câbles creux que l'on peut allonger ou raccourcir à volonté. Et j'ai appris comment utiliser tout l'attirail standard du tricotage pour obtenir les résultats que je désire.

Difficultés matérielles et mathématiques

Cependant, il n'y avait pas que les aiguilles : le fil à tricoter posait lui aussi problème. Ma première bouteille de Klein a été fabriquée avec un fil d'acrylique acceptable, mais de qualité médiocre. La deuxième a été fabriquée avec un fil d'origine inconnue, que j'avais trouvé dans une brocante. Il était difficile à travailler et son toucher « plastique-fibre de verre » m'horripilait. Aujourd'hui, j'ai tendance à utiliser du fil de haute qualité plutôt que le tout-venant, et je choisis la couleur, le type de teinture et la texture du fil en fonction de mes objectifs mathématiques. En fin de compte, dans la

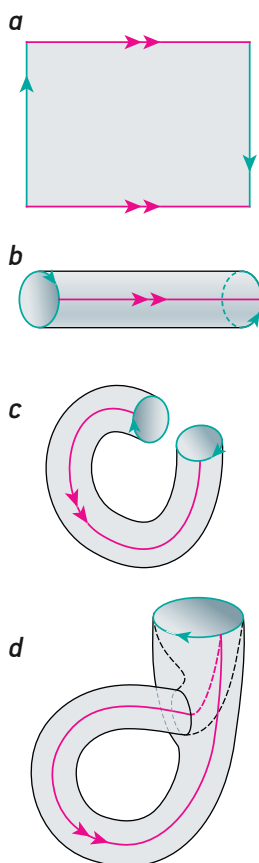
conception de ces objets, j'ai improvisé sans trop penser aux détails, de sorte que ma première bouteille de Klein est difforme et que la deuxième présente une ligne verticale bizarre (non visible sur la figure 6).

Venons-en maintenant aux problèmes mathématiques. L'approche que j'ai utilisée dans les deux cas consistait à tricoter quelque chose ressemblant à un cylindre, à faire passer l'une des extrémités de ce cylindre à travers son côté, puis à joindre les deux extrémités du cylindre. Pour passer à travers le cylindre, on peut intégrer une ouverture latérale (comme je l'ai fait avec ma deuxième bouteille de Klein), ou créer une auto-intersection en faisant passer des mailles à travers le côté du cylindre (comme je l'ai fait avec ma première bouteille de Klein).

De l'une ou l'autre manière, en utilisant cette méthode, on crée une bouteille de Klein à partir du rectangle aux côtés orientés et identifiés, les rangs de mailles étant parallèles à deux des côtés du rectangle



4. LES RANGS ET LES COLONNES de mailles guident l'œil le long de trajectoires qui équivalent à des lignes de latitude et de longitude, un système de coordonnées adapté à la courbure de la sphère.



5. UNE BOUTEILLE DE KLEIN est l'objet mathématique obtenu à partir d'un rectangle aux côtés orientés [a, flèches], que l'on identifie (ou que l'on joint) deux à deux. Un modèle tridimensionnel de la bouteille de Klein s'obtient en courbant et en étirant le rectangle dans la troisième dimension, de façon à coller les côtés qui se correspondent [b, c]. Mais la surface formée doit alors se traverser [d]. L'ouvrage ci-dessus est la première bouteille de Klein tricotée par l'auteur [cette surface comporte ici une auto-intersection tricotée].