

> À partir de cette situation, la magie de la tensegrité peut opérer: un théorème de dualité indique que l'on peut obtenir, à partir d'une structure rigide barres-câbles comme celle que nous venons d'envisager, une autre structure rigide en remplaçant tous les câbles par des barres et toutes les barres par des câbles. Attention, cependant: la structure obtenue est rigide, mais pas nécessairement stable!

Qu'obtient-on avec notre exemple? Un carré formé de câbles tendus, maintenu rigide grâce à deux barres en croix, qui sont en compression. On a donc un contour sous tension et un intérieur en compression... De façon assez inattendue, on retrouve le même arrangement de forces que dans un ballon: son contour est une membrane souple tendue et l'intérieur est de l'air sous pression, le ballon étant d'autant plus rigide que la pression de l'air intérieur est importante.

UNIQUEMENT DES CÂBLES ET DES BARRES

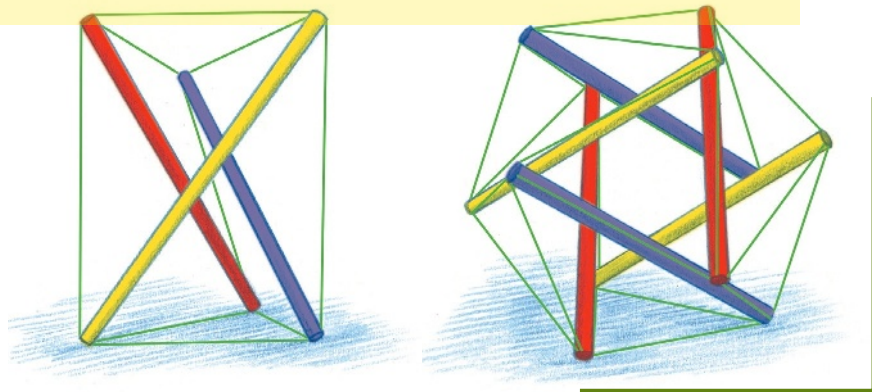
La tensegrité est la généralisation de ce schéma, le rôle de la surface du ballon étant en général tenu par un filet de câbles et celui de l'air intérieur par des barres. À trois dimensions, l'objet le plus simple est composé de trois barres et neuf câbles (voir l'encadré ci-contre). L'enveloppe est constituée des arêtes d'un prisme triangulaire. Cette structure a été proposée dans des brevets déposés autour des années 1960 par trois personnes qui se sont disputé la paternité du concept: Fuller déjà cité, l'architecte et ingénieur français d'origine hongroise David Georges Emmerich et le sculpteur américain Kenneth Snelson.

Les titres de leurs brevets sont instructifs. Le brevet d'Emmerich est explicite sur la nature de l'objet: «Construction de réseaux autotendants» (1963). Celui de Fuller, «Tensile-integrity structures» (1962), donnera par contraction le nom de tensegrité. Et celui de Snelson, plus conceptuel, explicite les caractéristiques des dispositifs: «Continuous tension, discontinuous compression structures» (1965). Ces origines multiples se retrouvent dans la définition admise aujourd'hui: «Un système de tensegrité est un système qui est dans un état stable auto-équilibré qui comprend un ensemble discontinu de composants en compression à l'intérieur d'un continuum de composants en tension.»

De même que l'on obtient des structures gonflables complexes par assemblage de ballons, on peut concevoir des

TENSÉGRITÉ À TROIS DIMENSIONS

À trois dimensions, l'objet rigide le plus simple qui relève du concept de tensegrité est composé de trois barres, dont les extrémités sont reliées par neuf câbles (à chaque extrémité, trois câbles se rejoignent). Sur le même principe, on peut construire des structures rigides comportant davantage de barres, comme l'objet à six barres représenté ci-dessous à droite. En plus d'arches et tours construites ainsi dans un but artistique ou pour illustrer la tensegrité, certains édifices exploitent cette idée, comme le pont Kurilpa, à Brisbane, en Australie, inauguré en 2009.



structures en tensegrité par l'assemblage de modules élémentaires. C'est ainsi que sont conçus les exemples les plus célèbres et les plus frappants de tensegrité: des arches (voir l'illustration pages 88-89) ou des tours comme la *Needle Tower II*, de Snelson, installée dans le jardin d'un musée néerlandais.

TENSÉGRITÉ, VRAIMENT?

Qu'en est-il de notre «table impossible»? Elle est bien composée d'éléments solides et de câbles. Le câble central assure la sustentation. Son extrémité supérieure est accrochée à la base tandis que l'extrémité inférieure est accrochée au plateau. Autrement dit, le plateau est suspendu à la base par ce câble.

Mais le centre de gravité du plateau est situé bien au-dessus du point d'attache. S'il n'y avait que ce câble, le plateau basculerait donc instantanément. C'est la raison d'être des câbles périphériques: ils assurent la stabilité du plateau, tout comme les haubans assurent la stabilité d'un poteau. Cependant, le câble central et les câbles périphériques n'exercent pas sur le plateau des contraintes de compression, mais de flexion; et, surtout, ces câbles ne dessinent pas une structure continue.

Aussi étonnante soit-elle, cette table n'est donc pas du tout un prototype de tensegrité! Au moins aura-t-elle eu le mérite de remettre au goût du jour des structures qui laissent le spectateur perplexe et admiratif, même lorsqu'il en comprend les principes. ■

BIBLIOGRAPHIE

Y. Bansod et al., **Overview of tensegrity – I: Basic structures**, *Engineering Mechanics*, vol. 21(5), pp. 355-367, 2014.

R. Motro, **Tensegrité**, Hermès-Lavoisier, 2005.

A. Pugh, **An Introduction to Tensegrity**, University of California Press, 1976.