

> 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

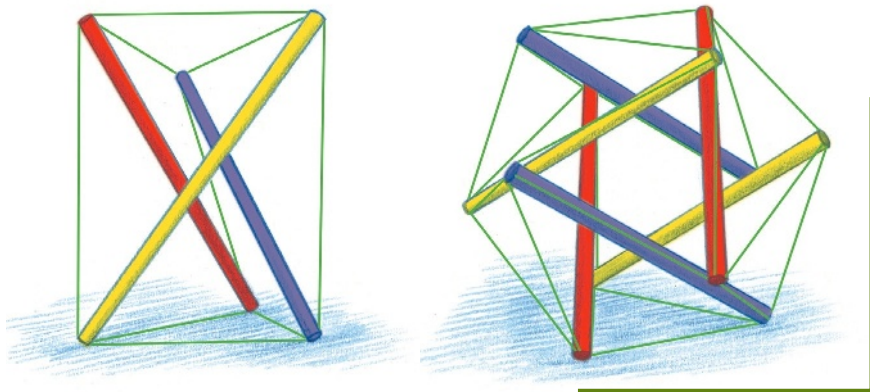
La tensegrité est la généralisation de ce schéma, le rôle de la surface du ballon étant en général tenu par un filet de câbles et celui de l'air intérieur par des barres. À trois dimensions, l'objet le plus simple est composé de trois barres et neuf câbles (voir l'encadré ci-contre). L'enveloppe est 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.

POUR LA SCIENCE

Édition française de Scientific American

**COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION
DÈS MAINTENANT !**



N° 521 (Mars 21)
réf. PL521



N° 520 (Fév 21)
réf. PL520



N° 519 (Jan 21)
réf. PL519



N° 518 (Déc. 20)
réf. PL518



N° 517 (Nov. 20)
réf. PL517



N° 516 (Oct. 20)
réf. PL516



N° 515 (Sept. 20)
réf. PL515



N° 514 (Août 20)
réf. PL514



N° 513 (Juill. 20)
réf. PL513



N° 512 (Juin 20)
réf. PL512



N° 511 (Mai 20)
réf. PL511



N° 510 (Avril 20)
réf. PL510

À retourner accompagné de votre règlement à :

Service Abonnement Pour la Science – 56 rue du Rocher – 75008 Paris – serviceclients@groupepourlascience.fr



OUI, je commande des numéros de Pour la Science,
au tarif unitaire de 9,40 €.

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres
correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. 0 1 x 9,40 € = 9,40 €

2^e réf. x 9,40 € = €

3^e réf. x 9,40 € = €

4^e réf. x 9,40 € = €

5^e réf. x 9,40 € = €

6^e réf. x 9,40 € = €

TOTAL À RÉGLER €

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris
Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z

Offre valable jusqu'au 31/12/2021 en France Métropolitaine uniquement. Pour l'export, rendez-vous sur notre site internet boutique.pourlascience.fr. Les prix affichés incluent les frais de port et les frais logistiques.
Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code postal Ville :

Téléphone

Courriel :

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N°

Date d'expiration

Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB)

Signature obligatoire :



RETROUVEZ TOUS LES ANCIENS NUMÉROS SUR
BOUTIQUE.GROUPEPOURLASCIENCE.FR