

HANGBRUGGEN

Het moeilijkste probleem waarmee een bruggenbouwer heeft af te rekenen is, hoe hij heel brede rivieren moet overbruggen zonder gebruik te maken van steunpunten in het midden van de rivier, omdat die pijlers de scheepvaart zouden belemmeren. Zolang men geen materiaal had om balken te maken bestand tegen een grote spanning, zoals smeedijzer of staal, kon men er niet aan denken dat probleem aan te pakken. En zelfs toen men die grondstoffen wél had, was het nog lang niet eenvoudig, want het is nu eenmaal niet mogelijk balken te maken van verscheidene honderden meter lengte, en toch sterk genoeg om een moderne verkeersweg te dragen. Er is niets aan te doen: als we een lange brug niet aan de onderkant kunnen steunen, dan moeten we haar van boven steunen.

Men is hiertoe in staat, door een paar buitengewoon sterke kabels te spannen tussen twee hoge torens. Hoe sterk men ze ook spant, nooit zullen ze een rechte lijn vormen, zij zullen doorhangen en een boog vormen.

Wanneer men nu op geregelde afstanden draden hangt aan zo'n kabel, dan zal elk van die draden ongeveer dezelfde steun geven aan iets dat onderaan hangt. Er worden dus twee torens gebouwd, stevig geankerd in reusachtige blokken beton om het wegzakken te voorkomen; aan die torens bevestigt men de hoofdkabels; aan die hoofdkabels worden stevige draden gehangen, en daaraan maakt men de balken vast, waarop het wegdek zal moeten rusten.

De eerste hangbrug werd gebouwd in 1796 in Pennsylvania. In plaats van kabels had men gebruik gemaakt van kettingen en de overspanning bedroeg slechts 22 meter.

In Europa is de Menai-brug de meest merkwaardige. Zij verbindt Engeland en het eiland Anglesea en dateert van 1825. De spanwijdte tussen de torens bedraagt 175 meter. Deze torens waren uit Anglesea-marmer gebouwd en spanden kettingen,

waaraan staven van 8 meter lengte bevestigd waren, die de brug droegen. Deze brug werd herhaalde malen door stormen beschadigd en in 1940 werd ze gereconstrueerd met steviger en moderner materiaal. De oude vorm werd echter bewaard. De beroemdste van alle hangbruggen is de Golden Gate Bridge (bovenste plaat), die de baai van San Francisco in de USA overbruggt. Zij heeft een spanwijdte van 1280 meter, en toch is zij niet meer de langste ter wereld. Die eer komt de Mackinac Bridge toe, ten zuiden van het Michigan-meer.

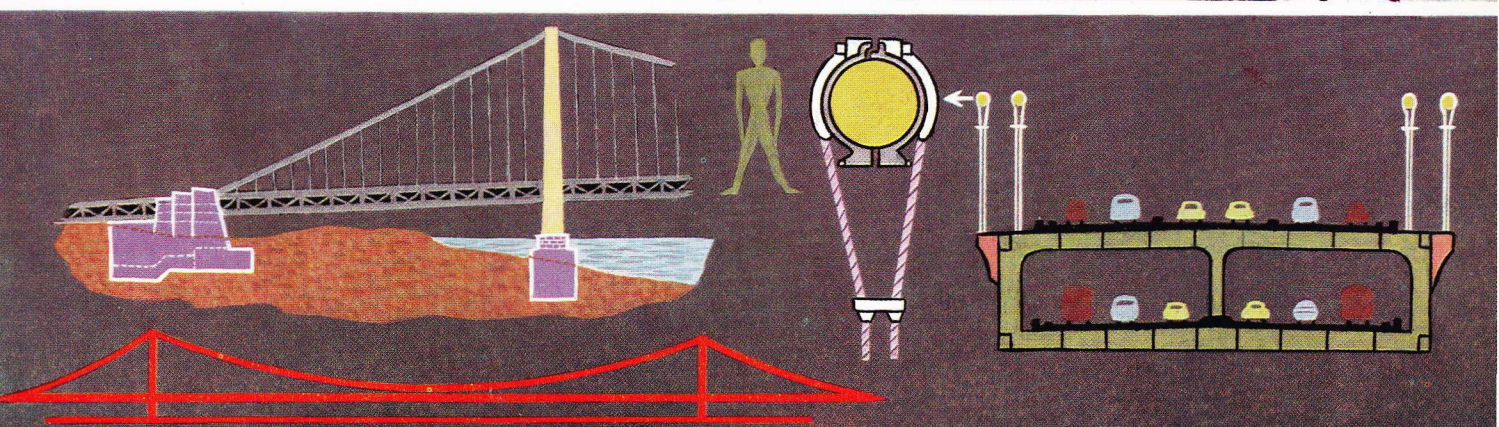
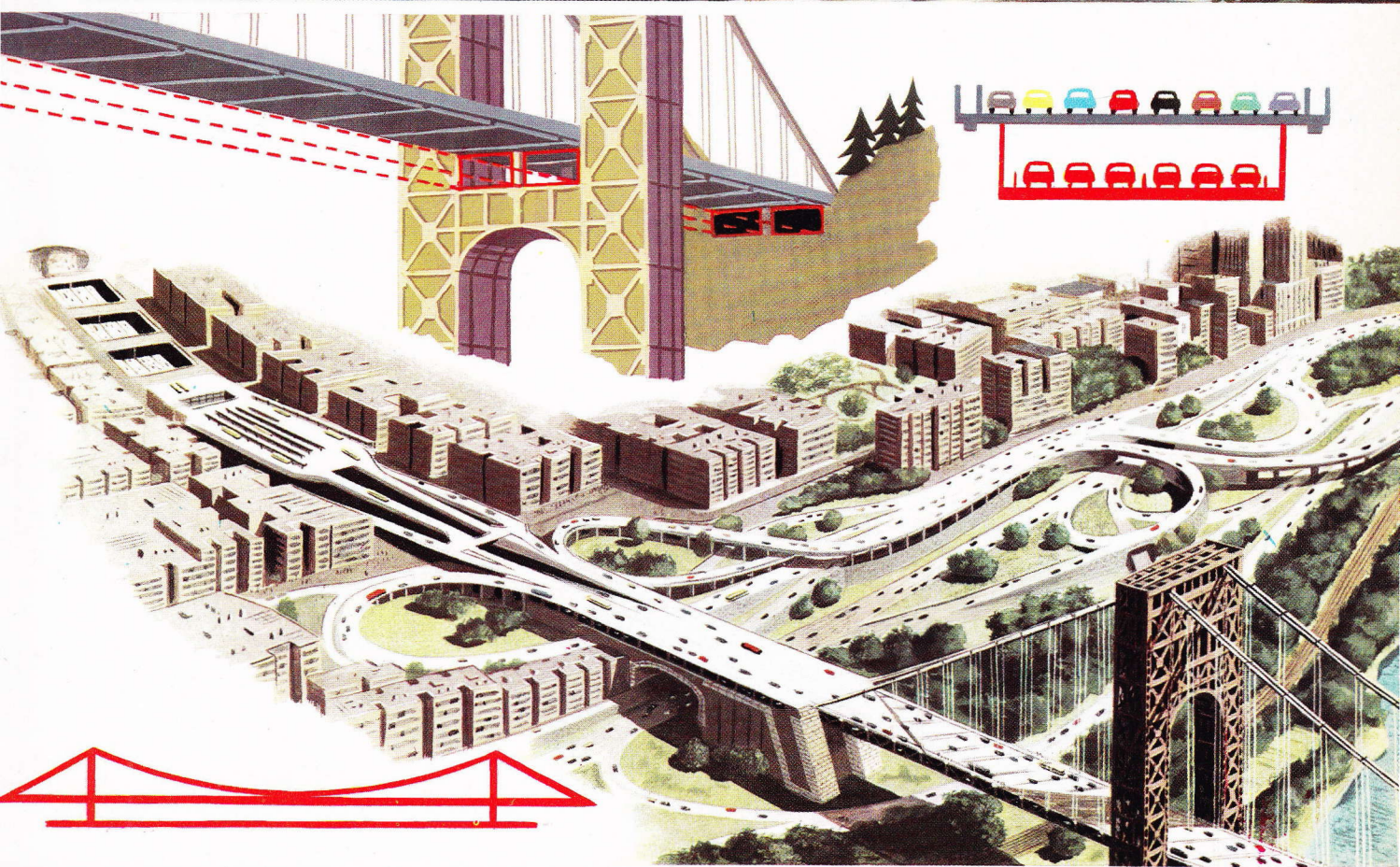
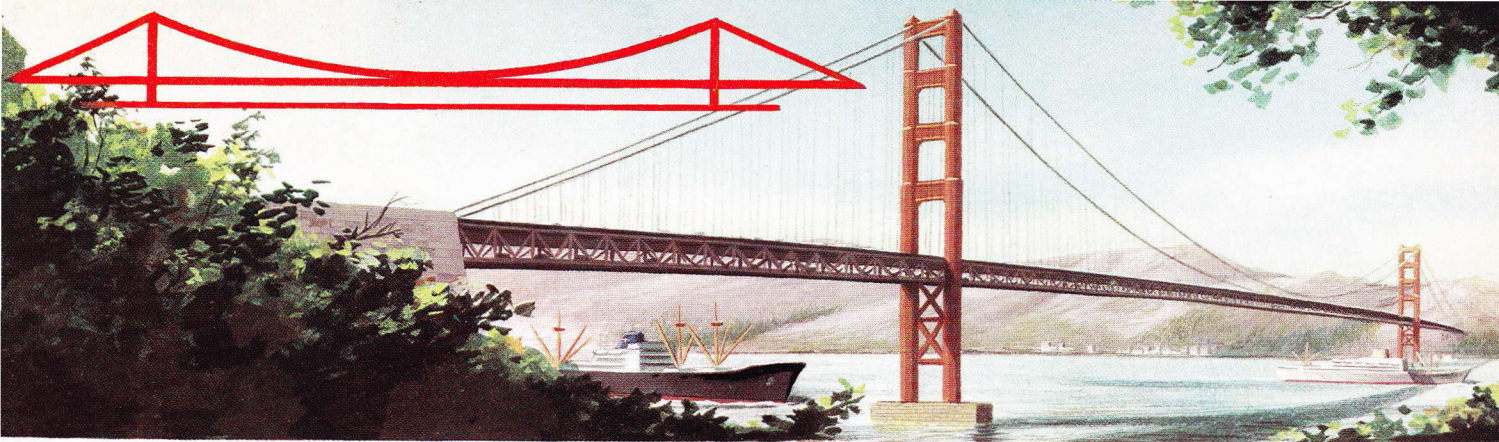
Op het tweede plaatje zien we de George Washington Bridge in New York, die in 1931 gebouwd werd door de ingenieurs Amman en Whitney. In die tijd had de enorme weg die er overheen loopt, ongeveer 60 m boven de rivier, al acht banen. Maar de ingenieurs hielden er rekening mee, dat het verkeer in New York met de dag drukker zou worden, en daarom bouwden ze hun brug zó, dat er nog een weg aan toegevoegd kon worden. Die tweede weg is nu ook klaar: zes rijbanen die ongeveer 5 m onder de eerste weg hangen. Bovenaan de illustratie zien we de ligging van de oorspronkelijke weg, en de stippellijn duidt de ligging van de nieuwe aan.

Zelfs die dubbele brug, met in totaal veertien rijbanen, zal in de toekomst het steeds toenemende verkeer niet meer kunnen verwerken; de plannen voor een nog grotere brug met dubbel wegdek, tussen Brooklyn en Richmond, liggen al klaar.

Het schema onderaan de plaat stelt enkele kenmerken van moderne hangbruggen voor. Links zien we hoe de uiterst belangrijke hoofdkabels stevig worden vastgemaakt, en hoe de torens gebouwd worden op funderingen, die diep in de rivierbedding dringen.

In het schema rechts, dat een doorsnee van een brug met dubbel wegdek voorstelt, zijn de vier opstaande lijnen draden die aan de hoofdkabels hangen. In het midden laten we een vergroting zien van een van die opstaande draden, terwijl er ook nog een doorsnee van een hoofdkabel te zien is. Het mannetje, op dezelfde schaal getekend, geeft een idee van de enorme dikte.

Boven : de Golden Gate Bridge te San Francisco. **Midden** : de George Washington Bridge in New York, met toegangswegen. **Beneden** : het verankeren van de hoofdkabels, doorsnee van een hangbrug met dubbel wegdek, dikte van een hoofdkabel vergeleken met de afmetingen van een mens.



Les ponts suspendus

Le problème le plus ardu qui se présente à un constructeur de ponts est celui qui consiste à lancer un ouvrage d'art par-dessus un large cours d'eau, sans pouvoir construire des piles ou points d'appui centraux qui gêneraient la navigation.

Les techniciens ne purent s'attaquer à cette tâche qu'au moment où ils eurent à leur disposition de longues poutres en fer forgé ou en acier, capables de résister à d'énormes tensions. Même alors le problème était loin d'être résolu, car on ne peut imaginer des poutres longues de plusieurs centaines de mètres, ni suffisamment solides pour supporter la circulation moderne. Si le pont ne pouvait s'appuyer sur des piles, il fallait donc songer à le soutenir par le haut.

La solution ? Deux câbles, d'une solidité à toute épreuve, tendus entre deux énormes piliers. Quelle que soit la tension exercée, ces câbles ne formeront jamais une ligne droite. Ils décriront toujours ce que les ingénieurs et les mathématiciens appellent des courbes caténaïres. Quand un certain nombre de filins sont accrochés à intervalles réguliers à ces câbles principaux, la charge attachée à l'extrémité de ces câbles est répartie uniformément sur l'ensemble des grands câbles.

Le premier pont suspendu date de 1796. Il fut construit en Pennsylvanie. Des chaînes furent utilisées au lieu de câbles. La portée de l'ouvrage était de 22 mètres.

Le plus fameux de tous les ponts suspendus est probablement le « Golden Gate Bridge » (illustration du haut) qui franchit la baie de San Francisco. Sa portée est de 1.280 mètres.

La deuxième illustration représente le pont George Washington à New York, construit en

1931 par les ingénieurs Amman et Whitney. A cette époque la voie carrossable qui franchit le fleuve à 60 mètres de hauteur comportait déjà huit bandes de roulement. Amman et Whitney avaient toutefois prévu une augmentation du trafic et dressé leurs plans de telle façon qu'il était possible d'ajouter une seconde voie carrossable à cinq mètres sous la première. C'est ce qui a été réalisé : le pont George Washington compte de ce fait six bandes de roulement supplémentaires. La partie supérieure de l'illustration représente le pont original. En pointillés, l'endroit où le deuxième pont a été placé.

Plus grand encore est le Verrazano Bridge, inauguré à New York en novembre 1964 et ainsi nommé en souvenir de l'explorateur italien qui découvrit en 1524 l'endroit où devait s'élever New York. Ce pont suspendu est le plus long du monde : il mesure 1.300 m. Le plus haut pont suspendu d'Europe est celui de Tancarville, qui traverse la Seine près du Havre. Il domine le fleuve de 51 m. Sa longueur est de 608 m. Il raccourcit de 100 km l'itinéraire du Havre à Brest.

Les schémas du bas de la page montrent quelques caractéristiques d'un pont suspendu moderne. A gauche, on voit comment les câbles sont solidement ancrés et quelle est la profondeur des fondations des tours d'appui.

Dans le schéma de droite figure la coupe d'un pont à deux étages. Les quatre lignes verticales représentent des câbles suspendus aux câbles principaux. Au milieu : agrandissement d'un câble vertical et coupe d'un des gros câbles. La silhouette humaine, dessinée à la même échelle, permet de se faire une idée de son diamètre.

Haut : le Golden Gate Bridge à San Francisco.

Milieu : le pont George Washington à New York ; ses voies d'accès.

Bas : ancrage des câbles, coupe d'un pont à double voie carrossable, grosseur d'un câble principal comparée à la taille d'un homme.

Globerama

LES CONQUÊTES DE LA SCIENCE

HET AVONTUUR VAN MENS EN WETENSCHAP



CASTERMAN

KEURKOOP NEDERLAND

© ESCO PUBLISHING COMPANY

Le présent ouvrage est publié simultanément en
français (Casterman, Paris-Tournai)
allemand (International School, Cologne)
anglais (Odhams Press, Londres)
américain (International Graphic Society, New Jersey)
danois (Skandinavisk Bogforlag, Odense)
espagnol (Codex, Buenos Aires)
finlandais (Munksgaard)
hollandais (Keurkoop, Rotterdam)
italien (Fratelli Fabbri, Milan)
portugais (Codex, Buenos Aires)
suédois (Bernces Förlags, Malmö)

3^e édition, 1965

KEURKOOP NEDERLAND

Art © 1960 by Esco, Anvers

© ESCO PUBLISHING COMPANY

Text © 1963 by Casterman, Paris ALLE RECHTEN VOORBEHOUDEN VOOR ALLE LANDEN

Tous droits de traduction et de reproduction réservés.