

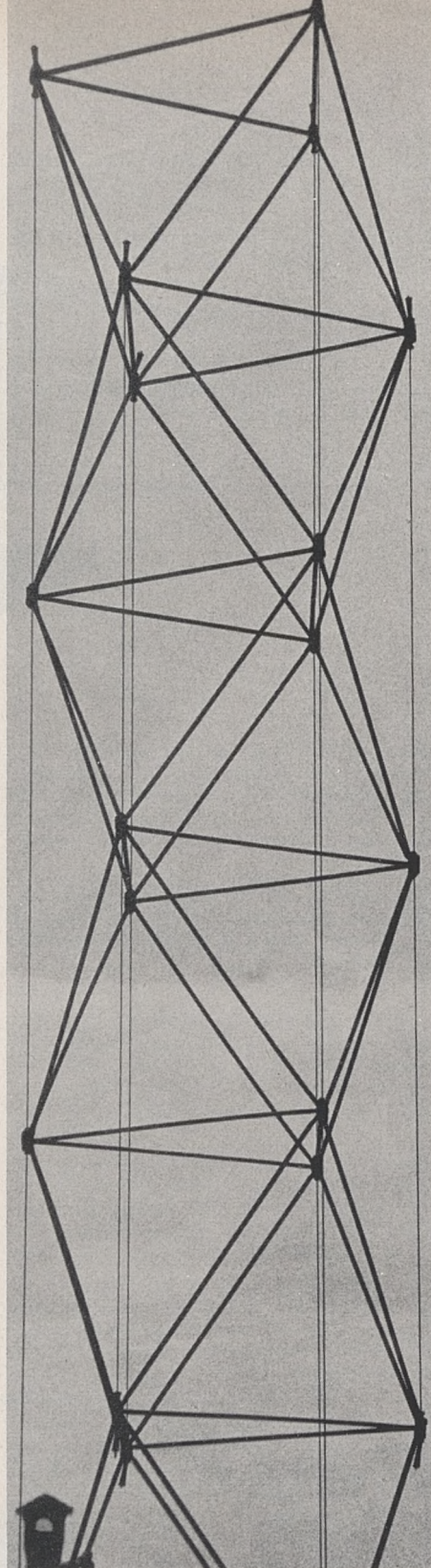
R. Le Ricolais

L'étude de diverses configurations de barres soumises à un effort axial de compression nous avait conduit à expérimenter des faisceaux de petits tubes minces très étroitement articulés, que nous avons appelé: « Tubes automorphiques », à cause de l'incidence répétitive de leurs joints. L'objet de ces recherches peut se résumer en peu de mots: quelle est la forme optimale pour substituer à un tube cylindrique mince, un assemblage triangulé de tubes de petits diamètres, dont le poids serait inférieur, à force axiale équivalente, à celui du tube unique? En d'autres termes, est-il justifié de préférer des systèmes travaillant en coque mince aux systèmes triangulés?

L'importance de ce problème est grande en ce qui concerne les antennes de télécommunications, soumises à des efforts complexes de flexion, torsion et compression, la réduction de poids mort est impérative quand on veut atteindre des hauteurs dépassant 3000 pieds, soit environ 900 mètres.

La réponse à donner à ce problème est délicate, et les moyens mis à notre disposition ne permettent nullement de justifier expérimentalement une attitude à priori, tout au plus pouvons-nous, en retournant le problème sous tous ses aspects, suggérer des solutions rationnelles et possibles. Poursuivant notre principe de différenciation, nous avons été conduits à expérimenter des systèmes triangulés, basés sur une cellule élémentaire octaédrique, formant le système comprimé, et en associant celui-ci à des éléments tendus, réalisant en quelque sorte le même objectif que celui obtenu par la précontrainte de pièces en béton. Basé sur la géométrie de l'octaèdre, ce système a été désigné sous le nom de système « OCTEN ».

Le choix de l'octaèdre a été guidé par des considérations élémentaires basées sur le rapport volume périmètre. Il est en fait intuitivement évident que, similairement à un ressort, l'énergie potentielle que peut admettre un système est en rapport avec le volume engendré par les barres de celui-ci, pourvu que les conditions de flambage soient respectées. Un examen plus appro-



Poutre « OCTEN », ou Octaèdres superposés formant le système comprimé. Les câbles tendus sont tangents aux six sommets des octaèdres.

OCTEN-Träger oder übereinandergestellte Oktaeder, die das Tragsystem bilden. Die sechs Oktaederspitzen werden von den gespannten Kabeln berührt.

« Octen » truss, with the compressive system made up of superimposed octahedrons. The tensioned cables are tangential to the six high points of the octahedrons.

Viga « OCTEN » u octaedros superpuestos que forman el sistema comprimido. Los cables tendidos son tangentes a los 6 vértices de los octaedros.

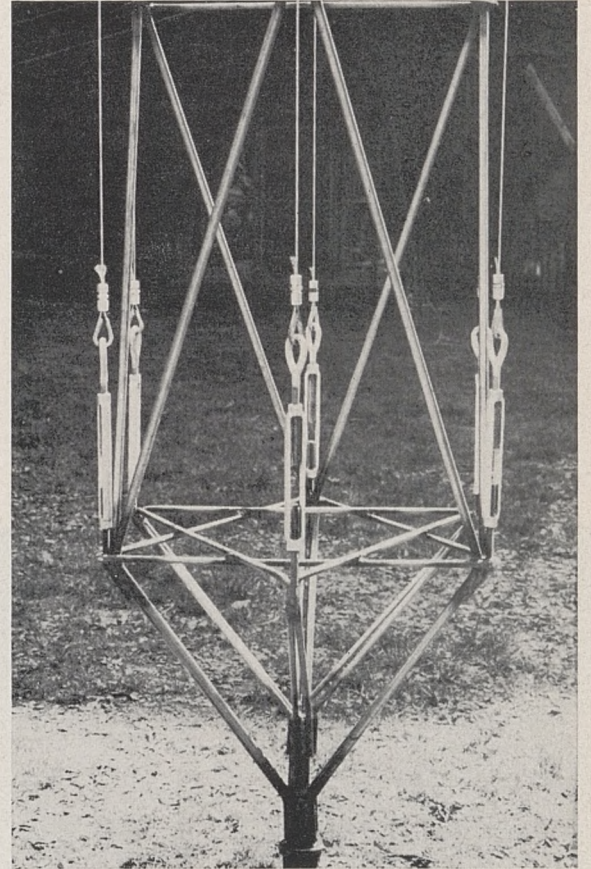
1

Modèle d'antenne, partie inférieure. Le poids de l'antenne est d'environ 150 kilos pour une hauteur de 20 mètres. Les sections permettraient une contrainte axiale de 2 tonnes.

Antennenmodell, Innenteil. Das Gewicht der Antenne beträgt etwa 150 Kilo für eine Höhe von 20 Metern. Die Abschnitte erlauben einen Axialdruck von 2 Tonnen.

Lower half of a model aerial. The total weight is in the order of 340 lbs. for a height of 67 ft. The sections would resist an axial stress of two tons.

Modelo de antena, parte inferior. El peso de la antena es de alrededor de 150 kilos para una altura de 20 metros. Las secciones permitirían una contracción central de 2 toneladas.



1

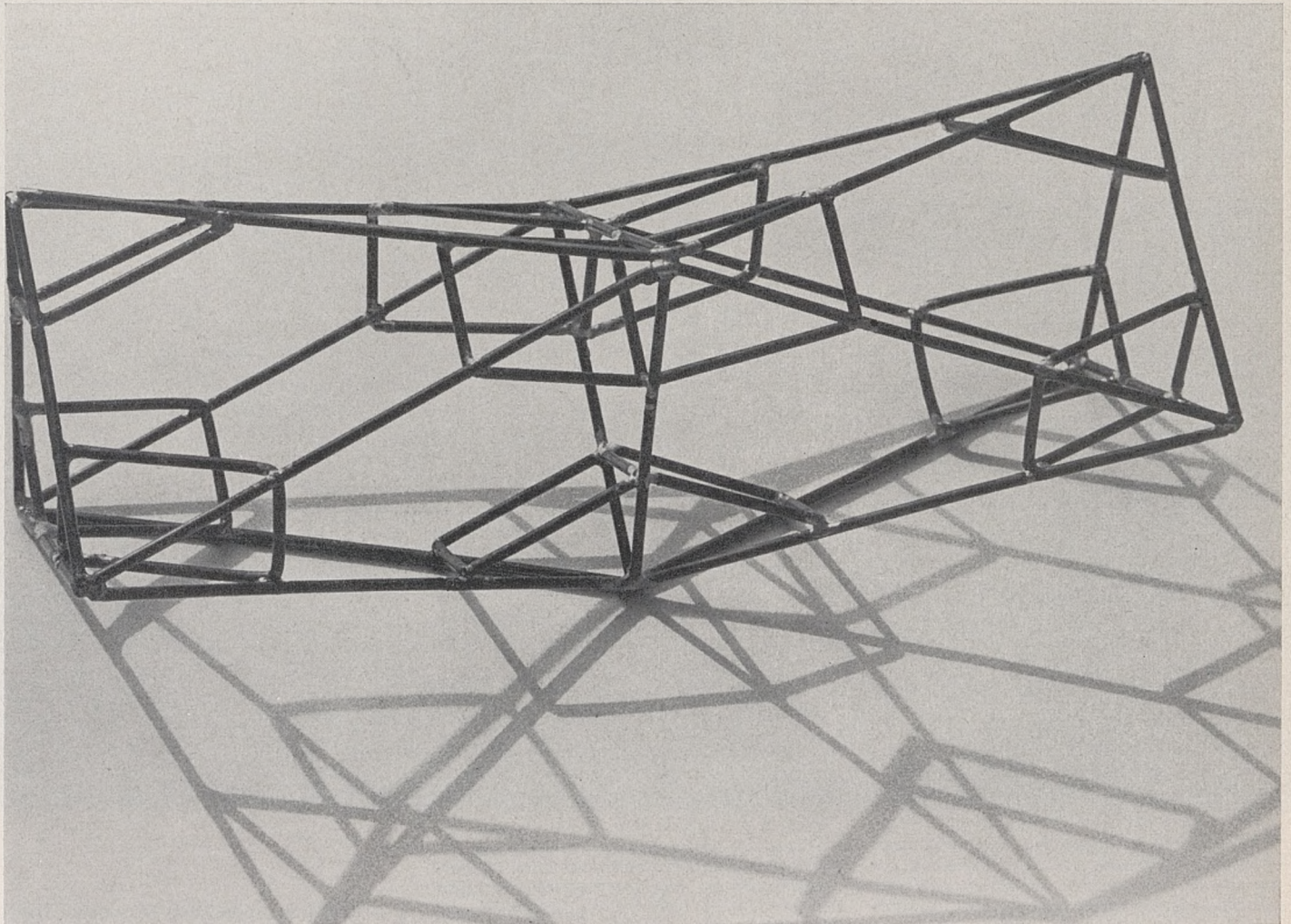
2

Octaèdres triangulés afin de réduire les longueurs de flambage par trisection des arêtes.

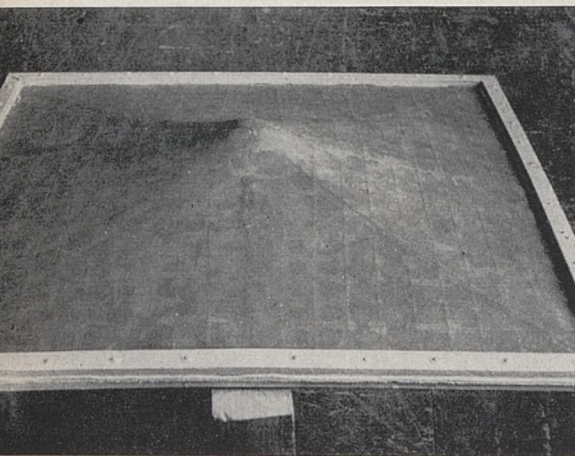
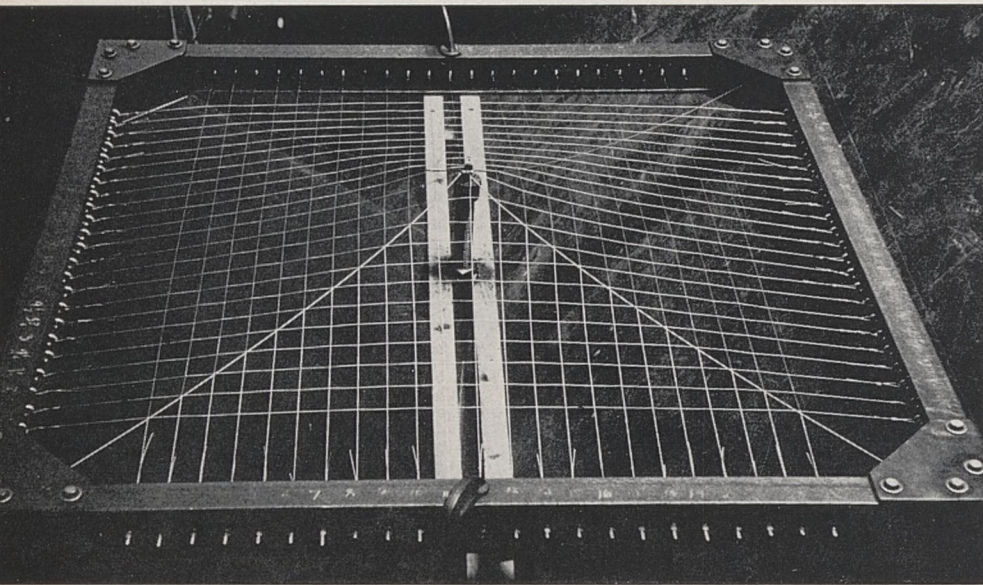
Oktaeder, das von gleichseitigen Dreiecken gebildet wird, um durch eine Dreiteilung der Kanten die Brennweite zu verkleinern.

Octahedrons which have been triangulated by means of the trisection of the angles in order to reduce section lengths and buckling.

Octaedros triangulados a fin de reducir la longitud de flexión por trisección de las aristas.



2



1
Cadre de pré-tension pour un voile en laminés plastiques. La mise en tension est effectuée par vérin agissant sur les câbles diagonaux. Le réglage des vis périphériques assure une pré-tension uniforme dans les câbles formant la trame orthogonale.

Spannrahmen für einen Presskunststoffüberzug. Die Spannung der diagonalen Kabel wird durch Zuggewinde erzeugt. Durch Regulierung der am Rande angebrachten Schrauben wird eine gleichmäßige Spannung auch der Kabel gewährleistet, die das senkrechte Geflecht bilden.

Pretensioning frame for a laminated plastic skin. The tensioning is carried out by means of a central screw acting on the diagonal wires. Adjustment of the peripheral screws ensures a uniform tension in all the wires which form the rectangular grid.

Cuadro de pre-tensión para un velo en laminados plásticos. La puesta en tensión se efectúa por cric que acciona los cables diagonales. El ajustamiento de los tornillos periféricos asegura una pre-tensión uniforme en los cables que forman la trama ortogonal.

fondi nous a révélé l'intérêt d'une triangulation secondaire, par la trisection des arêtes comprimées ainsi que la possibilité de se départir de l'octaèdre régulier sans perte excessive d'efficacité.

Sans trop de difficulté, les étudiants de notre cours, perfectionnant leur apprentissage de soudeurs, ont pu réaliser une antenne d'une vingtaine de mètres de hauteur, édifiée sur le Campus de l'Université.

L'objectif essentiel, pour lequel cette première réalisation n'est qu'une étape, était de réaliser un modèle de Pylône de transport de force. Ce problème, d'importance capitale pour les U.S.A., dépasse en investissements les problèmes de logement, car le potentiel énergétique double tous les dix ans.

Il serait à souhaiter que des essais en grandeur fussent rendus possibles, car les essais sur modèles sont insuffisants pour déterminer les conditions apparemment simples, mais relativement complexes de ce genre de structures.

Recherches concernant la précontrainte de Laminés Plastiques

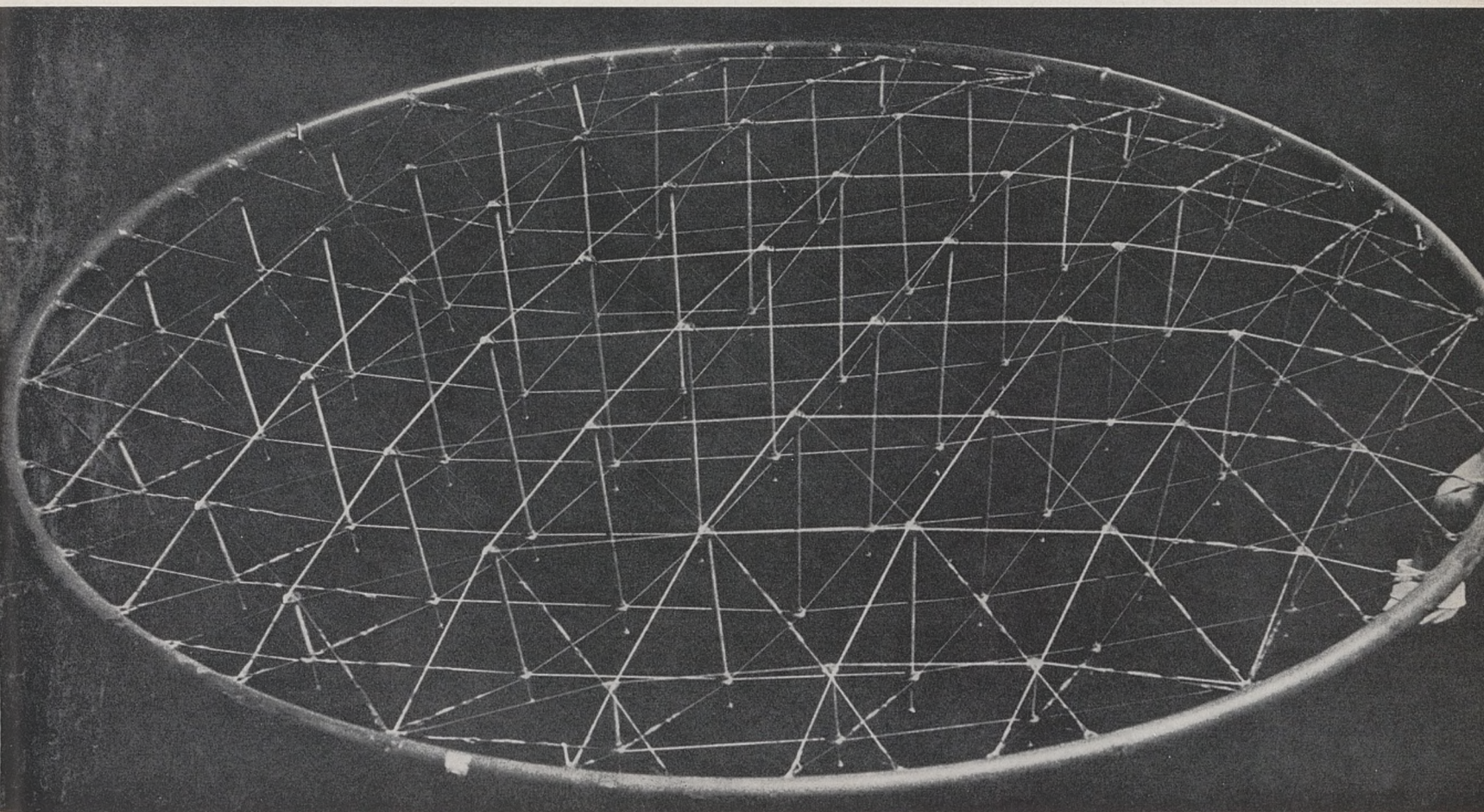
Poursuivant les tentatives débutées en 1964, nous avons développé la fabrication de cadres métalliques de formes diverses, carrées, hexagonales et tubulaires, ceci aux fins de «prétendre» des réseaux de fils d'acier dont le diamètre varie de $\frac{1}{16}$ à $\frac{1}{32}$ de pouce soit environ 1,6 mm et 0,8 mm.

Simple en apparence, ce problème a donné lieu à des recherches de détail — dont la caractéristique principale a été de concentrer une certaine attention sur une constellation semi-régulière d'hexagones et de triangles équilatéraux*. Le propos essentiel de cette investigation est de mettre en évidence l'intérêt d'une partition tri-axiale du plan par rapport à la partition orthogonale classique.

Parallèlement, l'obtention de surfaces tendues gauches a été amorcée et a fourni quelques informations intéressantes sur la rigidité de ces surfaces. L'analyse poussée de ces problèmes nécessite toutefois un outillage approprié que nous ne possédons pas actuellement.

Quoi qu'il en soit, la mise en œuvre de réseaux tendus, susceptibles d'augmenter la rigidité des laminés plastiques, ne semble pas, à priori offrir de difficultés particulières, mais de nombreux points de détails sont à mettre au point avant la mise en application généralisée de cette technologie susceptible d'étendre l'application de plastifiés à une plus grande échelle.

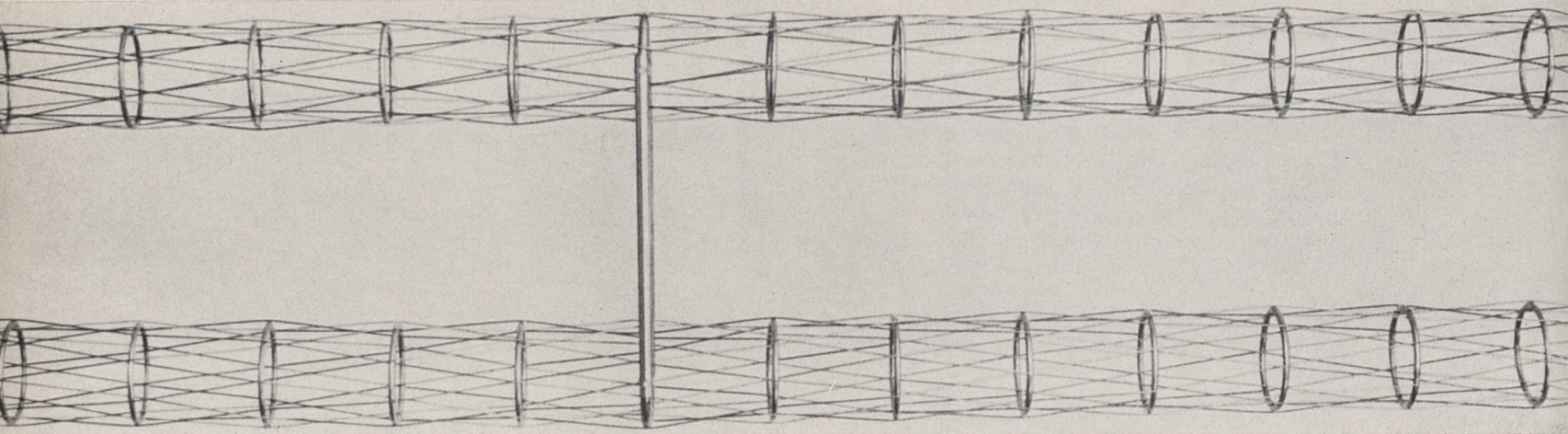
* — Objet de rapport à la Conférence Internationale de Londres sur les structures Spatiales, Sept. 66: «Méthode simplifiée de calcul des réseaux plans, et application au réseau «Trihex».



*Voûte circulaire en double nappe prétendue.
Kreisförmige Wölbung aus einer Art doppelt
gespanntem Geflecht.*

*Circular space frame with double pre-stressed
web.*

Bóveda circular en doble lámina pre-tensa.



1

1

Pont tendu. *Aspect des faisceaux paraboliques en cordes à piano.*

Spannbrücke. *Ansicht der parabolischen Bündel aus Klaviersaiten.*

Stressed bridge. *View of the parabolic piano-wire network.*

Puente en tensión. *Aspecto de los haces parabólicos con cuerdas de piano.*

2

Pont tendu

Balancier d'extrémité. Les supports sont montés sur rotule. Chaque corde à piano est accordée au son afin d'obtenir une tension uniforme dans chaque câble. A droite le vérin de mise en tension, capable de développer une tension de 14 tonnes.

Spannbrücke

Aussenhebel. Die Stützen sind auf Kugellager montiert. Jede Klaviersaite ist tonlich abgestimmt um in jedem Kabel eine gleichförmige Spannung zu erhalten. Rechts die Winde zum Einsatz der Spannung, die eine Spannungsentwicklung von 14 Tonnen erreicht.

Stressed bridge

End fixing. Each piano-wire is attached in such a way that all are equally stressed. On the right is the tensioning jack, capable of exerting a tension of 14 tons.

Puente en tensión

Balancín de extremidad. Los soportes están montados sobre rótula. Cada cuerda de piano está acordada al sonido con el fin de obtener una tensión uniforme en cada cable. A la derecha el cric de puesta en tensión, capaz de desarrollar una tensión de 14 toneladas.

Ponts Aciers Prêtendus

Poursuivant les études de mise au point du «SKY RAIL*», nous avons été amenés à concevoir un dispositif d'essai composé de deux tubes superposés en réseaux prétendus, associés comme les membrures supérieures et inférieures de ponts paraboliques.

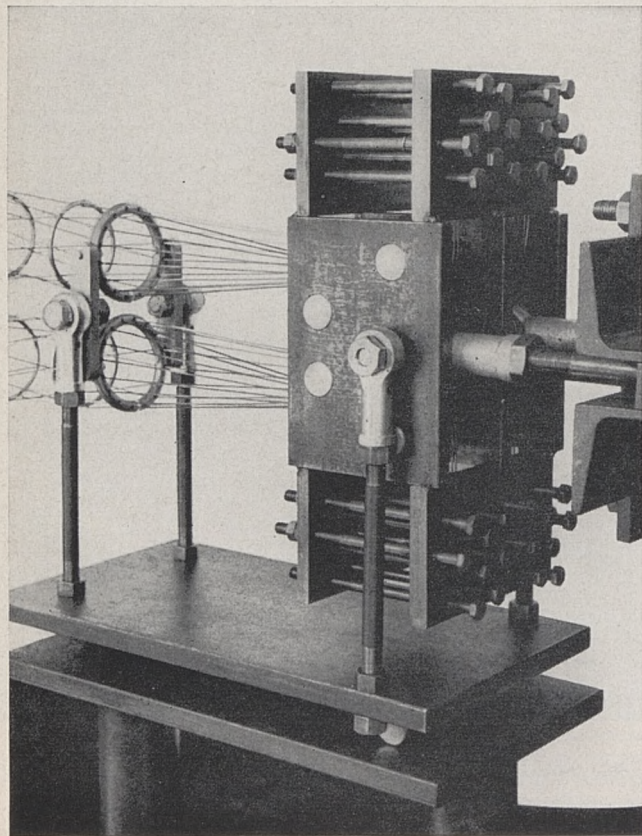
Ce système, étudié par notre assistant, Mr. Williams Evans, est mécaniquement complexe, car il admet des nombreuses rotules assurant les degrés de liberté nécessaires aux éléments porteurs. L'utilisation de cordes à piano, formant les torons des tubes permet des contraintes élevées de l'ordre de 200 kg mm². L'ensemble est combiné de manière à permettre une tension de 8 à 10 tonnes par vérin hydraulique. Cette réalisation délicate a retardé la période d'essais qui seront cependant effectués avant la fin de l'année.

Application de la partition «Trihex» aux circulations urbaines

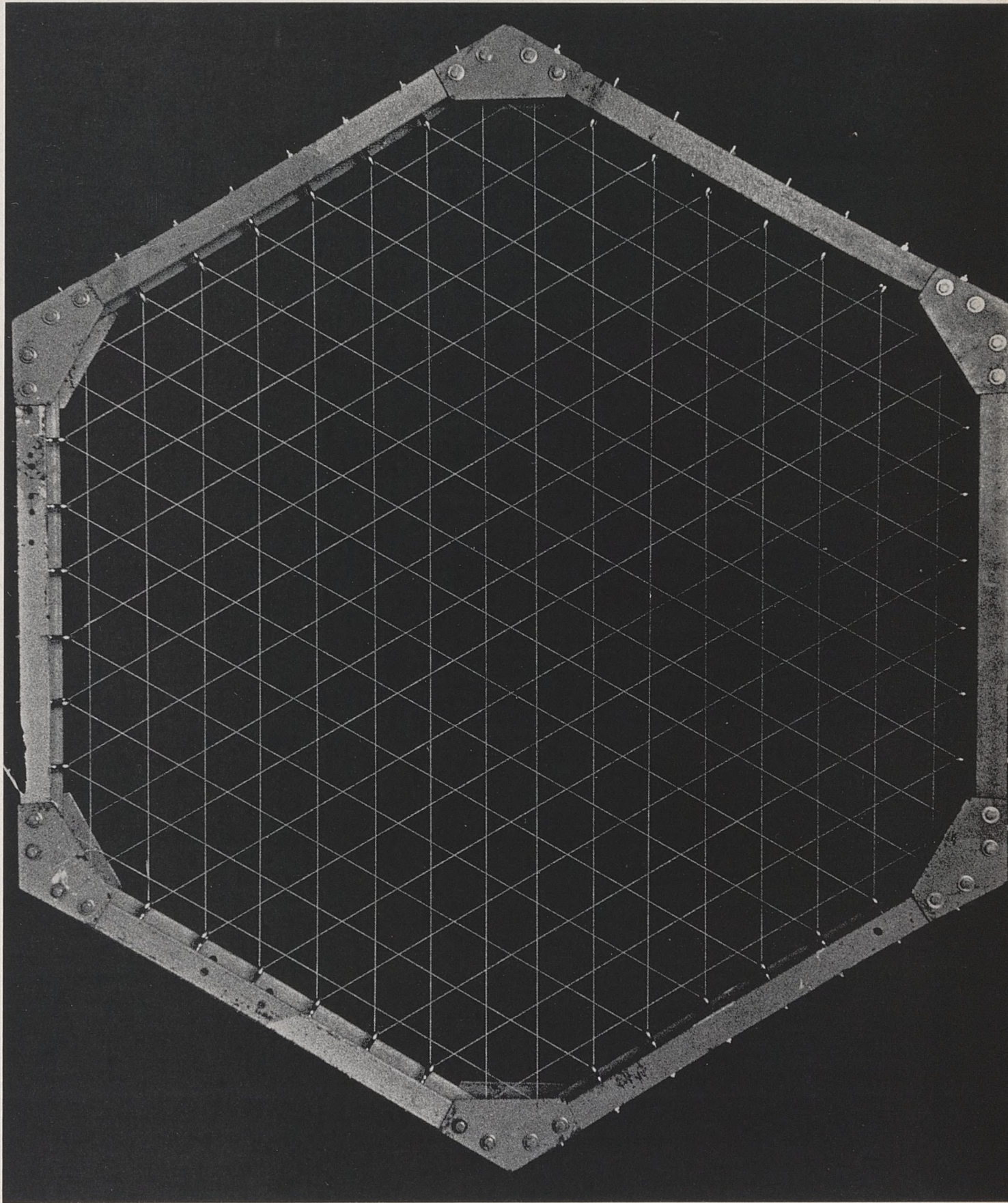
L'analyse topologique des réseaux permet de concevoir un système de distribution de voies de circulation capable de réduire le nombre d'intersections et d'introduire un système ordonné de circulation piétonne. Il n'est pas sans intérêt de signaler la généralisation créée par une analyse topologique élémentaire, car aussi bien pour les structures que pour les circulations, les systèmes décrits ci-dessus se rangent dans la même catégorie exprimée par les invariants Eulériens.

R. Le Ricolais

* Voir AFF n° 11 p. 85



2



Cadre de pré-tension de réseaux « TRIHEX », ou constellation semi-régulière d'hexagones et de triangles équilatéraux. Les couches de fibres de verre et de résine recouvrent cette armature.

Spannrahmen der « TRIHEX »-Geflechte oder halbregelmässige aus Hexagonen und gleich-

seitigen Dreiecken konstruierte Zusammensetzung. Glasfaser- und Kunstharz-Schichten überziehen dieses Geflecht.

Pretensioning frame for a « Trihex » system —a semi-regular constellation of hexagons and

equilateral triangles. It will be covered by layers of glassfibre and resin.

Cuadro de pre-tensión de redes « TRIHEX », o constelación semiregular de hexágonos y de triángulos equiláteros. Las capas de fibras de vidrio y de resina recubren esta armazón.