

En Freyssinet nunca hay desavenencia entre lo constructivo y lo estructural. Resuelve ambas cuestiones al tiempo, de modo tan original que sus soluciones son económicas y competitivas, a pesar de ser nuevas y desconcertantes.

Aunque los procesos constructivos los inventa para cada obra, adquieren validez universal aplicándose en miles de obras.

Freyssinet tiene tanto rigor como intuición. Sus planteamientos son arriesgados, valientes, al borde de la seguridad, contestando las normas vigentes al desenmascarar su falsedad y carácter rutinario, imponiendo su razón técnica. Un ejemplo es como se niega a reconocer válida, en fecha tan temprana como 1910, la teoría de un módulo de Young constante recogida en la Norma de 1906. Su propia experiencia constructiva le enseña, a veces con dramatismo, que el módulo de elasticidad varía con las cargas, la temperatura o la humedad. Ni la arrogancia ni la testarudez de las *eminencias* de la época convencían a aquel joven y rebelde ingeniero: el tiempo le daría la razón veinte años después cuando presenta las pruebas concluyentes de Plougastel.

Freyssinet es el último ingeniero de la historia que asume la obra pública desde el proyecto hasta la construcción con una libertad absoluta y con una responsabilidad técnica y económica total. Desde el primer trazo de su lápiz sobre el tablero hasta el trabajo asignado al último peón en la obra, todo pertenecía a su única responsabilidad, pasando por la maquinaria, la organización de la obra, los pagos a los trabajadores, la seguridad, el diseño, el cálculo, las dimensiones, los materiales o las acciones exteriores. Con una Administración respetuosa y confiada en su genio, Freyssinet fue a la vez proyectista y contratista. Concebía la obra como una unidad indestructible dedicando la misma pasión al concepto general del proyecto que al diseño minucioso de una pequeña cuña de anclaje. No dejó nada a nadie. Sus obras forman una *summa* constructiva homogénea e integral donde no se puede quitar ni un clavo sin que se derrumbe su sentido. Por eso Freyssinet no quiso nunca proyectar obras que otros construyeran o viceversa. Proyectó y construyó sus obras con su propia empresa, asumiendo toda la responsabilidad de principio a fin.

Sólo en el puente de Plougastel —con el que bate su propio récord mundial de luces de hormigón— creó y puso a punto por vez primera conceptos constructivos y medios auxiliares de importancia histórica: láminas de cimentación que servirían de inspiración a Coyne para sus célebres presas bóveda; la gran cimbra de madera de 150 metros de luz reglada en cualquier dirección con centenares de hilos de acero tensados y realizada con sencillos tablonos de 4 centímetros de espesor, clavados entre sí de dos en dos con simples clavos, creando una modalidad esencial de las modernas estructuras de madera emparentada con las de Philibert de L'Orme; el inmenso andarivel de 800 metros de luz, por primera vez con cabina autónoma;

In the work of Freyssinet there is never any rift between what is constructional and what is structural. He resolved both questions at the same time and in such an original way that his solutions were always economical and competitive despite their being so new and baffling. Although he invented new construction processes for each work, they acquired universal validity after they had been adopted in thousands of projects.

Freyssinet was as meticulous as he was intuitive. His projects were risky, audacious and bordering on the unsafe; he challenged established regulations by revealing their fallaciousness and lack of imagination and by imposing his own technical logic. One example of this is seen as early as 1910 when he refused to accept the validity of Young's module theory which figured in the 1906 Regulations. His own building experience showed him, sometimes dramatically, that the module of elasticity can vary according to load, temperature or humidity. Neither the arrogance nor the stubbornness of the *eminencies* of the time could deter that young, rebellious engineer, and time was to prove him right when, twenty years later, he produced conclusive evidence in the form of the Plougastel Bridge.

Freyssinet was the last engineer in recent history to take charge of public works from their inception to their completion with absolute liberty and total technical and financial responsibility. From the first pencil stroke to the last task assigned to the lowliest site-worker, everything was his sole responsibility: machinery, site organisation, workers' wages, safety, design, calculations, dimensions, materials and exterior actions. He conceived his works as indissoluble units and oversaw their general design as zealously as he attended to the tiniest detail. He left nothing to others. His works form a homogeneous integral, constructive *summa* where the removal of a single nail would ruin its architectural meaning. For this reason Freyssinet would never design works that others were to build, and vice versa. He planned and built his own works through his own company, assuming all responsibility from the beginning to the end.

The Plougastel Bridge alone (with which he broke his own world record for concrete bays) is a paragon of original constructive concepts and historical building techniques: foundation plates which would later supply Coyne with inspiration for his famous arch dams; the 150-metre wooden arch-centering with its spans arranged in all directions by means of hundreds of strands of pre-stressed steel and constructed from simple 4 cm thick boards, joined together two-by-twos with simple nails, and creating an essential form in modern wooden structures, related to those of Philibert de L'Orme; the immense cable way spanning 800 metres, this allowing, for the first time, a free-moving car; his construction

technique using a succession of concrete cantilevers which was subsequently to become internationally accepted thanks to his bridges over the Marne; the cable anchorage stressed by adhesion inside the concrete using the Poisson effect and centre striking with jacks is the revolutionary culmination of a technique that had evolved over millennia. This invention alone would have assured Freyssinet a glorious position in the history of construction.

In 1917 he conceived and applied for the first time what was to become the decisive invention of concrete vibration. In his patent he stated that his intention was to «use highly fluid mortars to apply concrete between complicated frameworks, and then eliminate excess water through vibration». This invention, now part of every builder's tools of the trade, was the result of meticulous experimentation in which Freyssinet tried out everything from centrifuges to vibrating tables and pneumatic or electric vibration. Further essential contributions of his were the rapid setting of concrete, reaching 500 kg/cm² in 1914 when very few people had managed to achieve anything over 200 kg/cm²; the introduction of ribs on the outside surfaces of vaults to grant rigidity; the shingling of arch centering; and the application of prefabrication combined with prestressing, setting up factories with his own money as proof of the technical values of these inventions.

He never sought fame or social prestige and never established or followed fashions. Nothing could have been further removed from the thoughts of this misanthropic and anti-social creative artist. His intuitive genius was reinforced by an extraordinary rationalistic rigour and, above all, by his own accumulated experience born from his patient, unceasing scientific methods in which he took each work as a stepping stone along the journey towards greater knowledge. His attitude was exactly the opposite to that of Picasso, who said, «If I can't find blue to hand, I use red».

PRESTRESSING

Prestressing was the final and inevitable result of exploring rigorously certain questions carried to the limit by Freyssinet not only in his professional, but also in his private, life. In 1903 he conceived for the first time the possibility of prior stress; on October 2, 1928 he patented prestressing; in 1929, at the age of 50, he abandoned a privileged professional and economic position in order to develop his idea through «a new existence full of perils and risks»; in 1934 he saved the vast Le Havre maritime station which was in a hopeless state of collapse, thus achieving worldwide recognition of prestressing and breaking the vicious circle encountered by all innovators who search in vain for previous

la técnica de construcción por voladizos sucesivos de hormigón que luego él mismo haría universal en los puentes sobre el Marne; el anclaje del cable tensado por adherencia dentro del hormigón por efecto Poisson y por fin el descimbramiento por gatos, revolución de una técnica milenaria, cuyo descubrimiento le asegura a Freyssinet un puesto de honor en la historia de la construcción.

En 1917 idea y aplica por vez primera el que sería decisivo invento de la vibración del hormigón. En la patente escribe que su intención era «utilizar morteros muy fluidos para hormigonar entre armaduras complicadas, eliminando por vibración el exceso de agua». Su invento de la vibración —que hoy pertenece al acervo común de todos los constructores— fue el resultado de rigurosas experiencias, ensayando desde los procedimientos de centrifugación hasta los de las mesas vibrantes y las de vibración neumática o eléctrica.

Otras aportaciones básicas serían: el endurecimiento rápido de hormigones alcanzando 500 kg/cm² en 1914 cuando difícilmente se sobrepasaban los 200 kg/cm²; la introducción de nervios rigidizadores exteriores a las bóvedas; el riplado de cimbras; la aplicación de la prefabricación combinada con el pretensado, instalando fábricas con su patrimonio para demostrar los valores técnicos de estos productos.

Freyssinet se enfrenta siempre de modo original ante cada obra. Pero no busca notoriedad o prestigio social, ni seguir o encabezar alguna moda; nada más lejos de su mentalidad de creador misántropo asocial. Es un intuitivo genial apoyado en un extraordinario rigor racionalista y sobre todo en su propia experiencia acumulada, nacida de su incesante y paciente método científico, utilizando cada obra como un escalón para aprender más. Es la actitud justamente opuesta a la de Picasso «si no tengo a mano el azul, tomo el rojo».

EL PRETENSADO

El pretensado es la consecuencia final e inevitable de un planteamiento riguroso llevado al límite por Freyssinet, tanto en su actividad profesional como en su propia vida personal. En 1903 concibe por primera vez la posibilidad de creación de tensiones previas; el 2 de octubre de 1928 patenta el pretensado; a sus 50 años, en 1929, abandona una posición económica y profesional privilegiada para desarrollarlo con «una nueva existencia llena de riesgos y peligros»; en 1934 salva la gigantesca Estación marítima de El Havre, base del célebre *Normandie*, que se hundía sin remedio posible, con el reconocimiento mundial del pretensado, rompiendo el círculo infernal donde se encuentran encerrados todos los innovadores a los que se piden referencias inexistentes; en 1939 inventa el gato y el anclaje para pretensado, pequeño, económico y seguro, invento sólo comparable al de la cuña o la soldadura; en 1946 finaliza la cons-

trucción del puente de Luçanzy poniendo a punto todos los medios y detalles para la práctica del pretensado, con el triunfo final en todos los frentes —técnico, comercial y social— creando precedentes y modelos para todo el ámbito estructural. El hormigón armado, decía Freyssinet, es «*el triunfo del absurdo*»; el pretensado significa el triunfo de la razón.

Trabajar en el pretensado significa trabajar con el máximo rigor. Con el pretensado no se puede mentir. No se pueden exagerar las dimensiones ni las armaduras ni los coeficientes de seguridad porque sería contraproducente. Hay que situarse en el punto justo, allí donde las tensiones previas *esperan* las futuras tensiones que produzcan las cargas para equilibrarlas. Ni más ni menos. En el pretensado, en su concepto puro, es imposible cubrirse; por eso es tan rico potencialmente en posibilidades estéticas. Con el pretensado el hormigón es un material noble y duradero, isótropo, capaz de deformarse elásticamente y dotado de una completa reversibilidad. La diferencia entre el hormigón pretensado y el hormigón armado es mayor que la existente entre el hormigón armado y el hormigón romano.

UN MATERIAL UNIVERSAL

En 1978 publiqué la biografía de Eugène Freyssinet. Mi intención era transmitir un patrimonio intelectual que de otro modo se hubiera perdido o quedado oculto durante muchos años, dada su especial personalidad.

Sin embargo, en mi libro no hay mucho más allá de un inventario ilustrado con el objetivo de que ninguna de sus obras quede en el olvido. Cada una de ellas pueden ser sustento de monografías que escribirán estudiosos en el futuro. Sólo los hangares para aviones que proyectó y construyó enteramente en hormigón desde 1913 merecerían la atención de una tesis doctoral. Primero fueron las bóvedas de Avord, con un espacio libre de 46 m×60 m, batiendo el récord secular de bóvedas de fábrica que todavía ostentaba el Panteón de Roma con sus 43,43 metros de luz libre. Luego los hangares de Istres, los de Villacoublay, los dos de Orly para dirigibles, los de Le Bourget y por último los de Palyvestre de un gran interés constructivo.

Los hangares gemelos de Orly —88 m de luz, 50 m de altura y 300 m de longitud— representan en 1921 un salto cualitativo en las cubiertas de fábrica, no sólo por sus enormes dimensiones que son récord indiscutible, sino por los mínimos m³ de hormigón empleados por volumen útil de construcción: nadie ha superado a Freyssinet en el principio de «hacer más con menos». Las bóvedas de Orly son las primeras plegadas del mundo y su concepto se ha utilizado hasta la saciedad aplicado a todo tipo de estructuras. La relación espesor/luz es menor de 1/1000, diez veces menor que en un huevo de gallina que es 1/100.

66 En estas cubiertas de hangares, donde el peso propio de las bóvedas es más importante que

references; in 1939 he invented the jack and anchorage system for prestressing; a small, economical and safe invention comparable only to the wedge or soldering; in 1946 he completed the construction of the Luçanzy Bridge, thus perfecting all the means and details for the practice of prestressing and achieving triumph on all fronts —technical, commercial and social— creating precedents and models for every structural field. Reinforced concrete, said Freyssinet, is the «*triumph of the absurd*»; prestressed concrete signifies the triumph of reason. To work prestressed concrete means working with utmost rigour. With total prestressing in all three directions it is impossible to lie. Neither the dimensions, nor the frameworks, nor the safety coefficients can be exaggerated, since this would be counter-productive. One must situate oneself at the exact point where previous stress *waits for* future stress produced by loads in order to find the balance between both. The difference between prestressed concrete and reinforced concrete is greater than the difference between reinforced concrete and the concrete the Romans used.

A UNIVERSAL MATERIAL

In 1978 I published the biography of Eugène Freyssinet. My intention was to leave an intellectual heritage that otherwise would have been lost for many years given its unique personality.

His all concrete hangars alone, which he began to build in 1913, deserve to be the subject of a doctoral thesis. First there were the Avord vaults, with their free space of 46 mts by 60 mts breaking the centuries-long record for masonry vaults which was still held by the Pantheon at Rome with its 43 by 43 metre free span. Then came the hangars at Istres. Villacoublay, the airship hangars at Orly, those at Le Bourget and finally at Palyvestre of great constructional interest.

The twin hangars at Orly —with their span of 88 mts, height of 50 mts, and length of 300 mts— represented, in 1921, an enormous qualitative jump forward in the field of masonry roofs, not only by virtue of their enormous dimensions, an indisputable record, but also by virtue of the minimal cubic metres of concrete used per useful volume of construction: no one has gone further than Freyssinet with the principle of «doing more with less». The Orly vaults were the first folded vaults in the world, and the concept has since been applied *ad infinitum* to all kinds of constructions. The ratio between thickness and span in under 1/1000: ten times less than that of a hen's egg, which is 1/100.

In these hangar roofs, where the weight of the vaults themselves is greater than the extra loads, Freyssinet not only worked on the quality of the concrete, gradually diminishing the ratio bet-

ween its own weight and resistance, but also resolved problems of resistance by means of pure form —especially in Orly— giving the slabs a margin of rigidity to flexure which would enable them to stand up to variable loads. Finally he took one further step forward: that of handling actions before the appearance of extra loads, thus balancing stress and distortions, avoiding cracks, and increasing the slenderness of the structure. At that time reinforced concrete was a crude, heavy material, scorned by society and unknown save to a few specialists. Freyssinet was able to demonstrate, between 1914 and 1929, its universal possibilities. Thanks to the dearth of iron, he designed and built concrete factories and all kinds of industrial naves, water tanks, silos, garages, coal washers, ships (including their rudders), gun carriages for cannons, and every imaginable thing, inventing types and processes that would be repeated over decades, as well as the great roofs and bridges that had been, up till then, the exclusive territory of metallic constructions. After prestressing was invented, the international spread in the use of concrete was the greatest legacy that he left to builders.

CONCLUSION

None of the eminent architectural critics and scholars of the XXth century have done justice to the profound meaning of Freyssinet's work. A significant example is that of Giedion, one of the most lucid and honest, who ignored the Orly hangars in his famous *Space, Time and Architecture*, while dedicating six whole pages to the small vault —with its span of sixteen metres and its height of twelve metres— of the Cement Pavilion in Zurich, built in 1940, assuring us that here Maillart «tackled the problem of roofs yet to be solved in our time» (sic.). What might he have written about the Orly vaults if only he had stopped to study them? In historical terms, architects have not yet understood the meaning of the concept of prestressing in construction. Both metallic structures, with their wealth of types and concepts, and Portland cement and reinforced concrete are technical innovations that produced no architectural masterpieces until one hundred years after they were invented. Architects are more at home using techniques and materials that have been tried and tested; it is with these that they produce their most beautiful works.

Freyssinet was born in the same year that the Altamira caves were discovered, a century after the construction of the first iron bridge. I believe that we need two further generations of architects before the first creations that incorporate prestressing as an essential element appear. Then, perhaps, my forgotten biography of Freyssinet will be republished and awaken the interest that eight years ago it failed to arouse.

las sobrecargas, Freyssinet no sólo actúa sobre la calidad del hormigón y disminuye progresivamente la relación entre el peso propio y la resistencia, sino que resuelve los problemas resistentes por la pura forma, —especialmente en Orly— dando a las láminas un margen de rigidez a flexión para resistir las cargas variables. Por último avanzará un paso más: manipular las acciones previamente a la aparición de las sobrecargas, lo que supone equilibrar tensiones y deformaciones, evitar fisuraciones y aumentar la esbeltez.

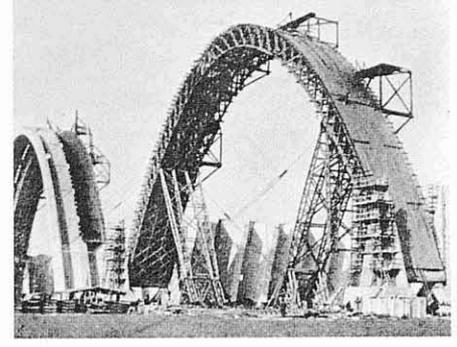
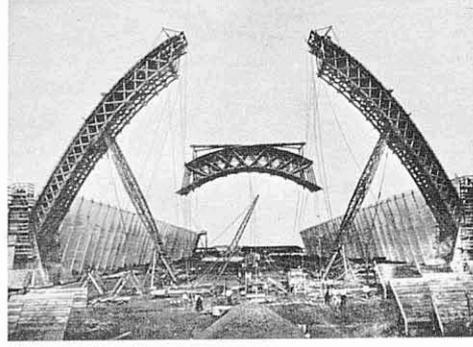
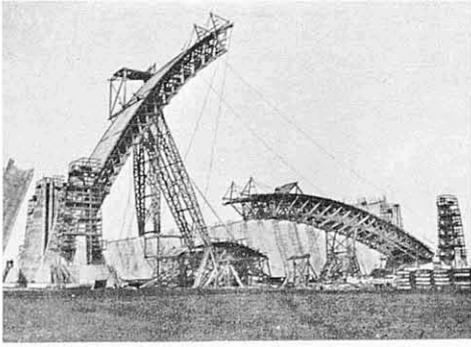
Por aquellos años el hormigón armado era un material tosco y pesado, despreciado socialmente y desconocido salvo para unos pocos especialistas. Freyssinet pudo mostrar, entre 1914 y 1929, sus posibilidades universales. Gracias a la escasez de hierro, proyectó y construyó en hormigón fábricas y naves industriales de todas clases, depósitos de agua, silos, garajes, lavaderos de carbón, barcos incluidos sus timones, cureñas de cañones, y todo lo imaginable, inventando tipologías y procedimientos que serían repetidos durante decenios, además de las grandes cubiertas y puentes que eran, hasta entonces, propiedad exclusiva de las estructuras metálicas. Después del pretensado, la difusión internacional del hormigón es el mayor legado que los constructores le adeudan.

FINAL

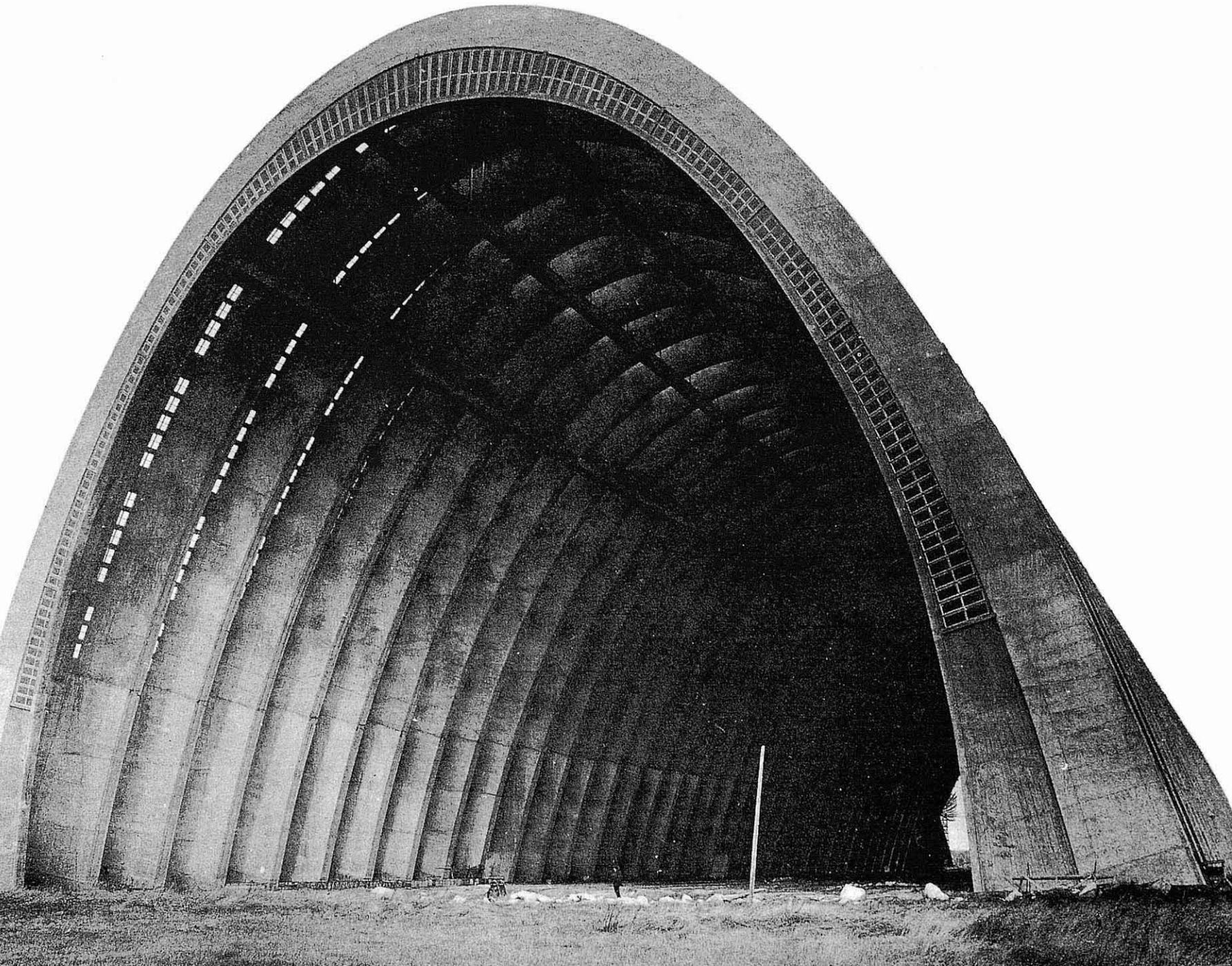
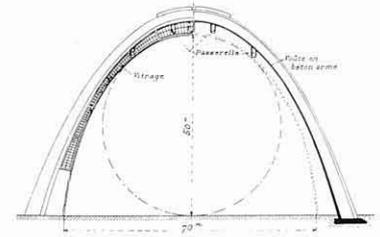
Ninguno de los grandes críticos y estudiosos de la arquitectura del siglo XX ha entendido el profundo significado de la obra de Freyssinet. Un ejemplo bien significativo es el de Giedion, uno de los más lúcidos y honestos, quien ignora los hangares de Orly en su célebre *Espacio, Tiempo y Arquitectura*, a cambio de dedicar seis páginas a la pequeña bóveda de 16 metros de luz y 12 metros de altura del Pabellón del Cemento de Zürich, realizada en 1940, asegurando que allí Maillart «afrenta el problema de la cubierta sin resolver en nuestra época» (sic.). ¿Qué hubiera escrito de las bóvedas de Orly, si se hubiera detenido a estudiarlas?

En términos históricos los arquitectos no han comprendido todavía lo que significa el concepto de pretensado en la construcción. Las estructuras metálicas, en sus más diversas tipologías y conceptos, así como el cemento Portland y el hormigón armado, son innovaciones técnicas que tardaron cien años en producir obras maestras de arquitectura. Los arquitectos manejan más a gusto las técnicas y materiales conocidos y experimentados; con ellos producen las obras más bellas.

Freyssinet nació el año que se descubrió Altamira, un siglo después de la construcción del primer puente de hierro. Pienso que faltan al menos dos generaciones de arquitectos para que salgan a la luz las primeras creaciones que incorporen esencialmente el concepto de pretensado. Entonces es posible que se reedite mi olvidada biografía sobre Freyssinet y despierte el interés que hace ocho años no suscitó.

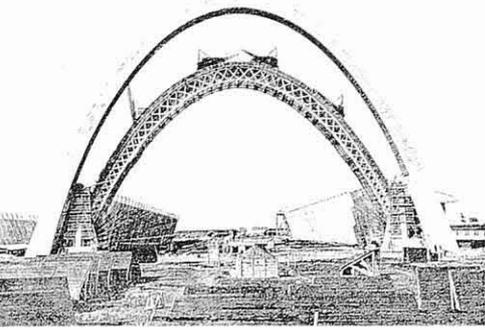


Hangares para dirigibles en el aeropuerto de Orly.
Proceso de construcción y Sección.
Airship Hangars at Orly Airport.
Construction Process and Section.



Hangares para dirigibles en Orly

Airship hangars at Orly airport



En 1921 y 1923 se construyen en Orly los hangares para dirigibles Limousin. El concurso para su realización fue ganado por E. Freyssinet gracias al bajo precio de su obra frente a los demás concursantes.

La experiencia anterior en hangares no era directamente aplicable en Orly, dadas las enormes dimensiones —en planta y altura— exigidas. En principio se pensó en el empleo de elementos premoldeados, pero el gálbo a respetar, consistente en un semicírculo de 25 m. de radio, y la consiguiente necesidad de limitar tamaños y pesos, requería el empleo de elementos con una función estructural muy definida y por lo tanto colaborando poco entre sí. Ello, unido a los problemas de movimiento y colocación de los elementos premoldeados, llevó a desechar la posibilidad de prefabricación.

Un hangar sólo debe resistir dos tipos de esfuerzos principales: los resultantes de su peso y los debidos al viento. Los de peso propio se minimizan adoptando un trazado adecuado para los arcos, mientras que para resistir los debidos al viento se necesita una gran inercia que se consigue con un mínimo de materia.

Para este objetivo y considerando las dificultades de encofrado, la forma geométrica que Freyssinet consideró más interesante era una bóveda formada por una lámina plegada constituida por 40 ondas de 7,5 m de anchura y 86 m de luz para cada hangar; la directriz de la onda es parabólica, y el canto de la sección de 3 m en clave a

5,4 m en la base. Las ondas se apoyaban sobre una losa de hormigón de un metro de espesor situada por debajo de la solera del hangar.

El proceso constructivo de las ondas o anillos parabólicos se estableció en cinco fases: dos arranques, de 2 m de altura; dos voladizos, de 17 m de altura, resistentes al viento y al peso propio; y la bóveda, de 75 m de luz, 144 m de desarrollo y 7,5 m de anchura.

Para cada etapa, los moldes interior y exterior, de madera, tenían un sistema de desplazamiento según el eje del hangar, con guías de fácil manejo, y así evitar un coste excesivo de mano de obra y permitir la reutilización rápida de los moldes. Para la bóveda, que representa el 70 % de la onda, se concibió un molde único, de tres tramos. Los dos laterales se construían prácticamente horizontales y se elevaban mediante gatos hidráulicos. Una vez colocados los dos tramos laterales, se montaba el tramo central suspendiéndolo de los extremos de los otros.

La experiencia de la cimbra única desplazándose horizontalmente, según el eje de crecimiento del hangar, con gran perfección en la operación de ajuste en las cimbras ya realizadas, fue la solución que permitió realizar los hangares en poquísimo tiempo, prácticamente de una sola vez, y de forma poco costosa.

En el año 1944 la aviación americana destruyó los dos hangares gemelos para dirigibles de Orly.

E. Freyssinet built the Orly hangars for the Limousin airships in 1921 & 1923, having been awarded the commission for their construction since his prices were lower than those of all the other competitors.

His previous experience with hangars was not directly applicable in the case of Orly given the vast dimensions —both in floor plan and height— required there.

At first he considered the use of pre-moulded elements, but the pattern to be followed, consisting of a semicircle with a radius of twenty-five metres, and the resulting need to limit proportions and weights, required the use of elements with their own very specific structural functions and little interrelationship with others. This led Freyssinet to reject the possibility of prefabrication, since pre-moulded elements also cause problems of movement and assembly.

A hangar has to withstand only two main kinds of stresses: those of its own weight and those of the wind. Those of its own weight are minimised by adopting a proper arch layout; those of the wind are withstood by great inertia achieved through the use of as little material as possible.

In order to achieve this, and bearing in mind moulding difficulties, Freyssinet adopted the geometrical form of a vault formed from a corrugated sheet with forty corrugations 7.5 metres wide and with a span of eighty-six metres for each hangar. The wave directrix is parabolic in shape and the vault was three metres thick at the top and 5.4 metres at the base. The vault rested upon a concrete slab one metre thick below the hangar floor.

The construction process for the parabolic waves or rings was divided into five phases: the two arch bases two metres high; two cantilevers, seventeen metres high and resistant to the wind and to their own weight; and the vault, with a span of 75 metres, 144 metres long and 7.5 metres wide.

For each phase, the wooden inner and outer moulds had a system of displacement along the axis of the hangar, with guides, easy to handle, to avoid excessive labour costs and to allow for the rapid re-use of the moulds.

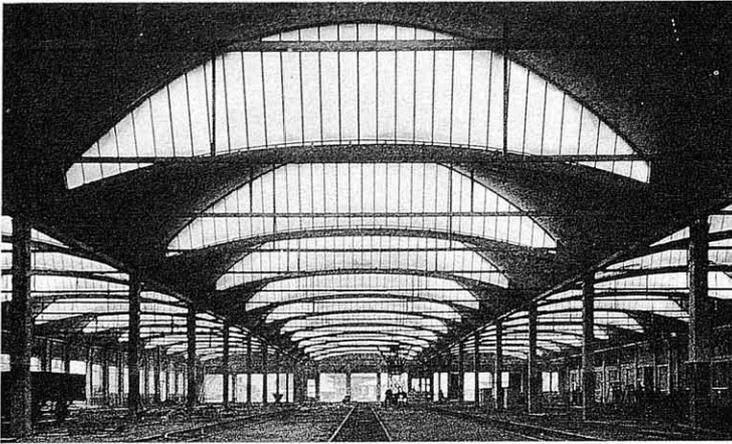
For the vault, which represented 70 % of the wave, a single, three-section mould was conceived. The two side ones were built practically horizontally and were lifted using hydraulic winches. Once the two side sections had been put into position, the central section was hung from the ends of the other two.

The experience of the single arch centering, which could be moved horizontally along the length of the hangar with the already built arch centerings fitting perfectly together, was the solution that allowed Freyssinet to build his hangars in a very short time, practically in one go, and very cheaply.

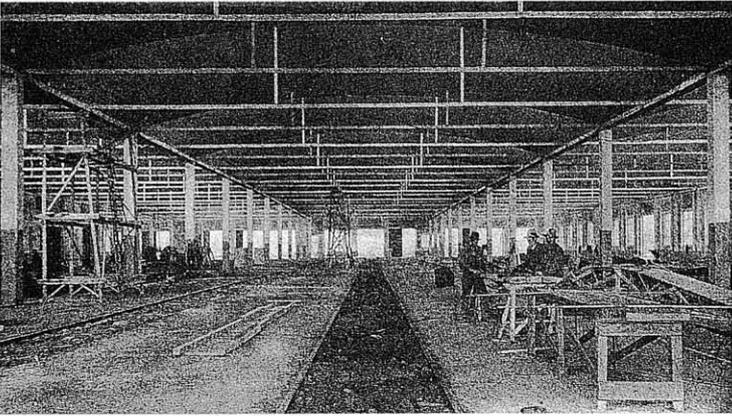
In 1944 the American airforce destroyed the twin airship hangars in Orly.

Talleres de reparación de Ferrocarriles en Bagneux

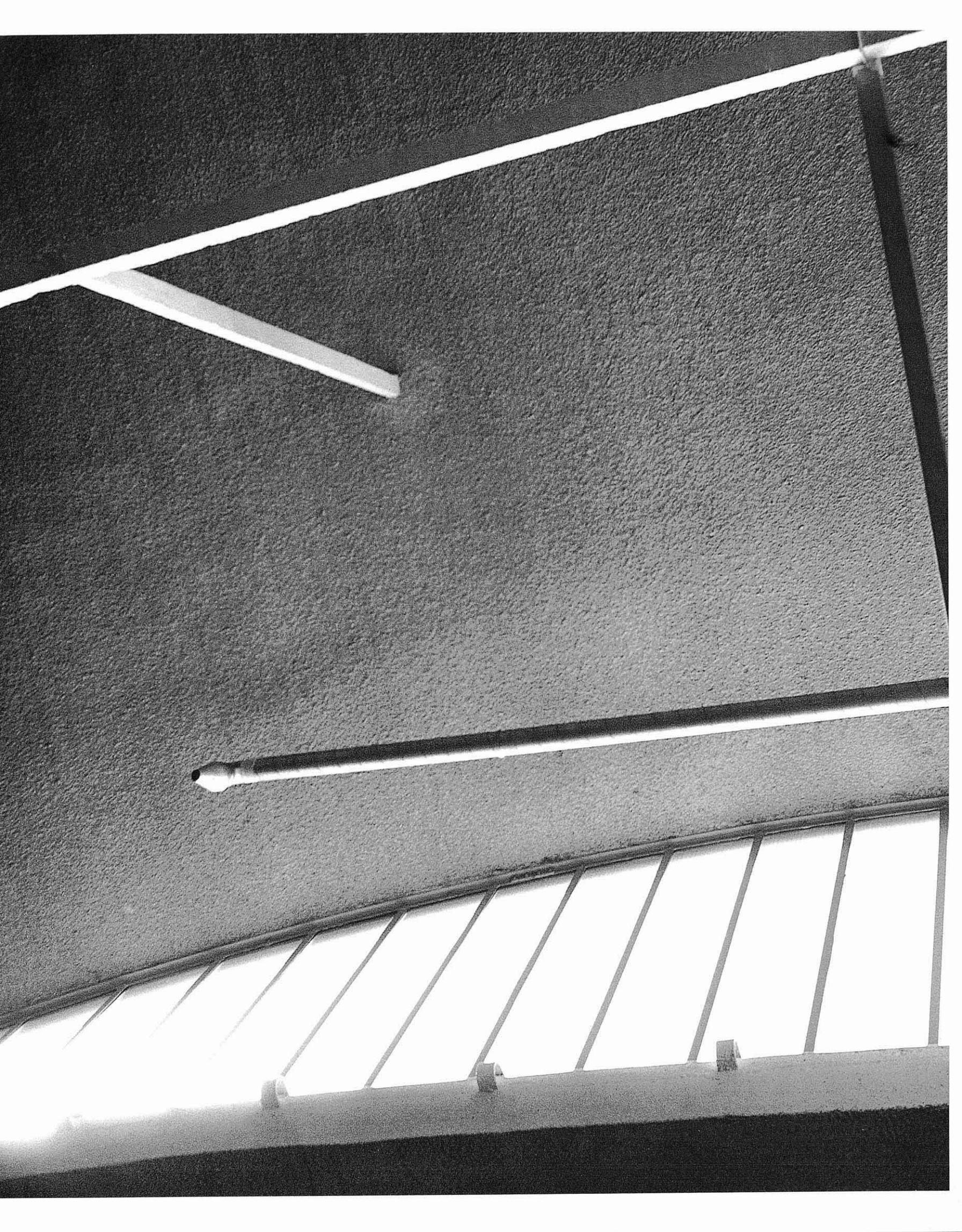
Railway Repair
Workshops in Bagneux

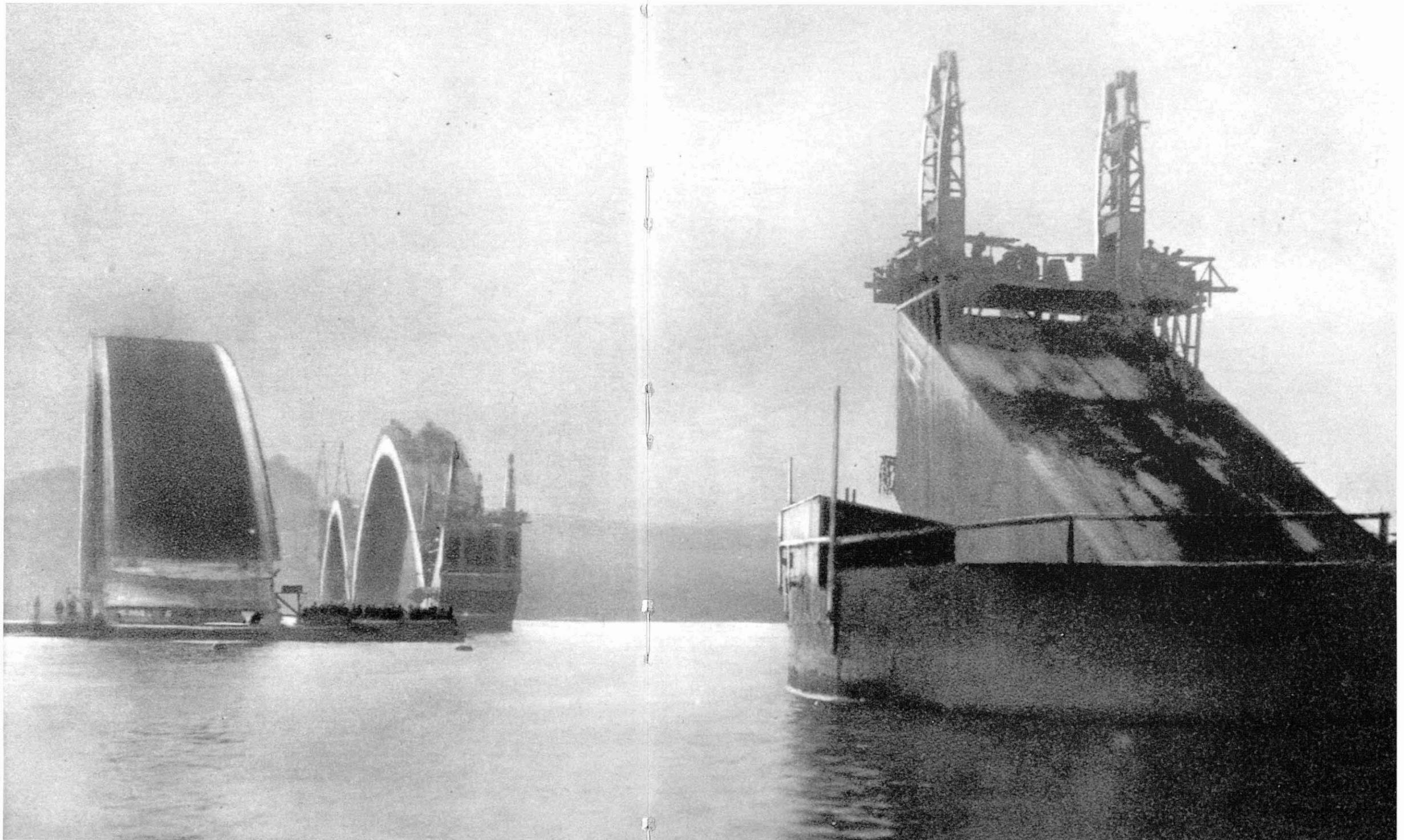
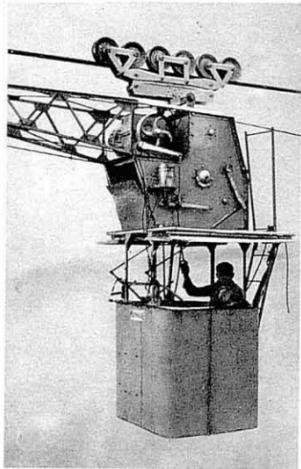
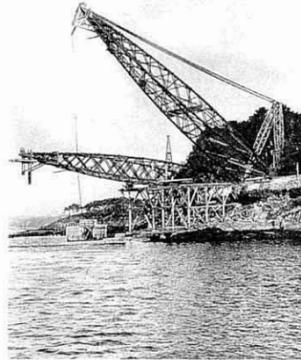


Detalle de las claraboyas de la cubierta.
Foto: Georges Richardson & Benoit Dupuis
Railway Repair Workshops in Bagneux.
Detail of Roof Skylights.



Vistas del interior.
Railway Repair Workshops in Bagneux.
Interior View.





Puente de Plougastel.
Proceso de construcción a partir del método y los elementos (grúas, cabina de maniobras, gatos, cimbras) proyectados por Eugène Freyssinet.
Plougastel Bridge.
Construction Process Based on Eugène Freyssinet's Methods and Elements (Cranes, Control Cabin, Jacks, Arch-Centrings).