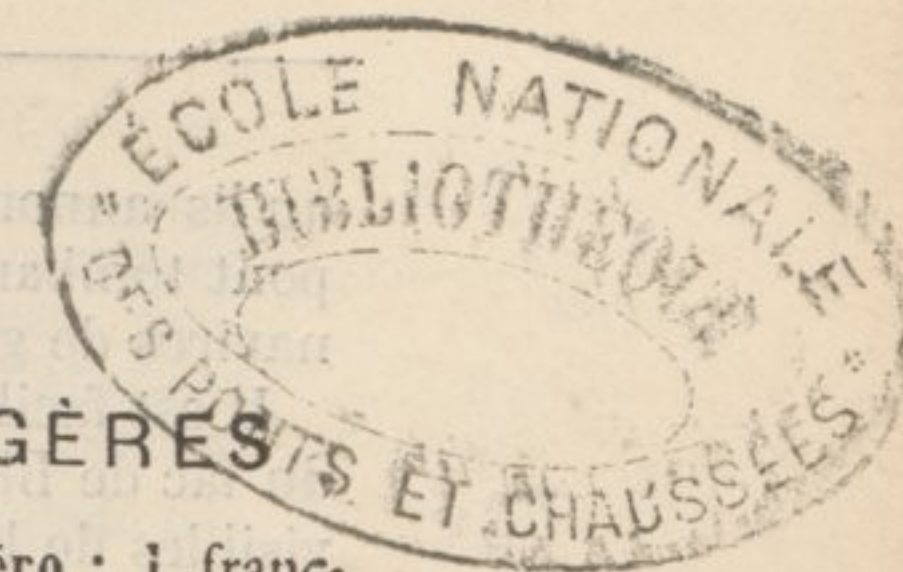


LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs, — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.



SOMMAIRE. — Travaux publics : Transport de l'ancien pont à transbordeur de Bizerte, dans l'arsenal maritime de Brest (*planche XXVII*), p. 449 ; G. LEINEKUGEL LE COCQ. — Télégraphie : L'état actuel de la télégraphie sans fil (*suite et fin*). Le poste de la Tour Eiffel, à Paris, p. 453. — Construction des machines : Machine automatique à affûter les mèches hélicoïdales, p. 456. — Travaux publics : Le Congrès de la Route (Paris, 11-18 octobre 1908), p. 457 ; E. GIRARDAULT. — Variétés : Camion automobile à trémie basculante de la Neue Automobil Gesellschaft, p. 459 ; — Régula-

teur de la température de la vapeur surchauffée, système Jankovsky, p. 460 ; — Machine à relever le profil des rails en place, p. 460 ; — Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers, p. 461.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (16 octobre 1908), p. 462 ; — Académie des Sciences (19 octobre 1908), p. 462. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 463. — Ouvrages récemment parus, p. 464.

Planche XXVII : Pont à transbordeur de l'arsenal maritime du port de Brest.

TRAVAUX PUBLICS

TRANSPORT DE L'ANCIEN PONT A TRANSBORDEUR DE BIZERTE dans l'arsenal maritime de Brest.

(*Planche XXVII*.)

On vient d'achever les expériences d'épreuve du pont à transbordeur

Le pont de Bizerte, construit de 1896 à 1898, à l'entrée du canal maritime de ce port, pour remplacer un service de ferry-boats, présentait une portée de 109 mètres, et son tablier, situé à 44 mètres au-dessus du plan d'eau, supportait une nacelle dont la charge était limitée à 80 tonnes.

Cet engin procura, depuis sa mise en service (juin 1898), une économie considérable sur les bacs qu'il remplaçait, mais en 1903 on décida de porter à 200 mètres la largeur du chenal, ce qui entraînait

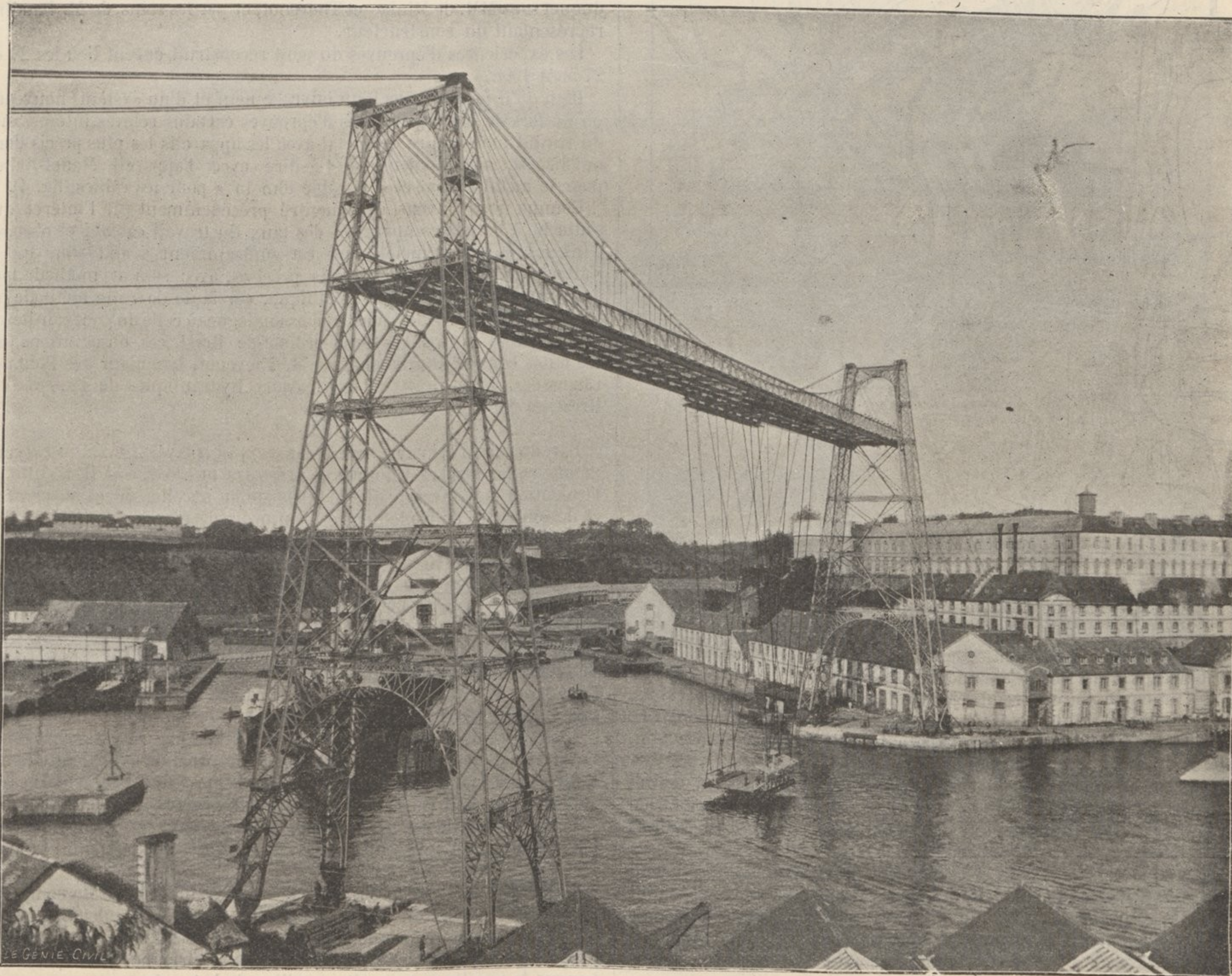


FIG. 1. — PONT A TRANSBORDEUR DE L'ARSENAL MARITIME DE BREST : Vue d'ensemble.

de l'arsenal maritime de Brest, qui n'est autre que l'ancien pont de Bizerte, en Tunisie, démonté et ramené en France par les soins de son constructeur, M. F. Arnodin. Nous donnerons à cette occasion quelques renseignements sur la manière dont a été effectué cet important travail, et sur les raisons qui ont conduit le Gouvernement à le faire exécuter.

forcément sa suppression. Cette décision fut motivée principalement parce que l'étranglement de la masse liquide en mouvement pendant le flot ou le jusant créait à l'entrée du goulet un courant dangereux pour l'entrée ou la sortie des cuirassés.

On a dit aussi que la démolition du pont avait été décidée parce que les pylônes pourraient servir de point de mire en temps de guerre,

qu'ils annonçaient de loin l'entrée du canal, et que le tablier de ce pont tombant dans la passe interdirait l'entrée du lac de Bizerte aux navires de guerre.

Il est facile de voir combien cette idée est peu fondée. Il y a, autour du lac de Bizerte, assez de points de repère naturels et suffisamment visibles de loin, pour servir d'amers à tout officier expérimenté, soit pour rectifier son tir, soit pour rectifier sa position vis-à-vis de la côte.

En ce qui concerne la chute du pont en temps de guerre, elle est moins à redouter qu'un navire coulé à l'entrée du canal, précisément par ce fait que le navire représente une masse considérable formant un bloc, alors que les éléments du pont, le tablier par exemple, sont constitués par des pièces de dimensions si faibles, que sa chute diminuerait seulement la hauteur du tirant d'eau du canal de 0^m 60 au plus, c'est-à-dire d'une quantité insignifiante et d'ailleurs facile à annuler en draguant cette hauteur, précisément sous le pont, avant de provoquer sa chute au commencement des hostilités.

Quant au reste des éléments comme les pylônes, les pièces qui les composent sont tellement grêles et ajourées que leur enlèvement serait l'affaire de peu d'instants, d'autant plus que leur chute peut être provoquée facilement dans la direction que l'on désire, c'est-à-dire vers la terre, sans inconvénient pour le chenal navigable.

D'ailleurs, tout ceci avait été parfaitement compris par les services compétents de la Marine et de la Guerre, lors de la construction de

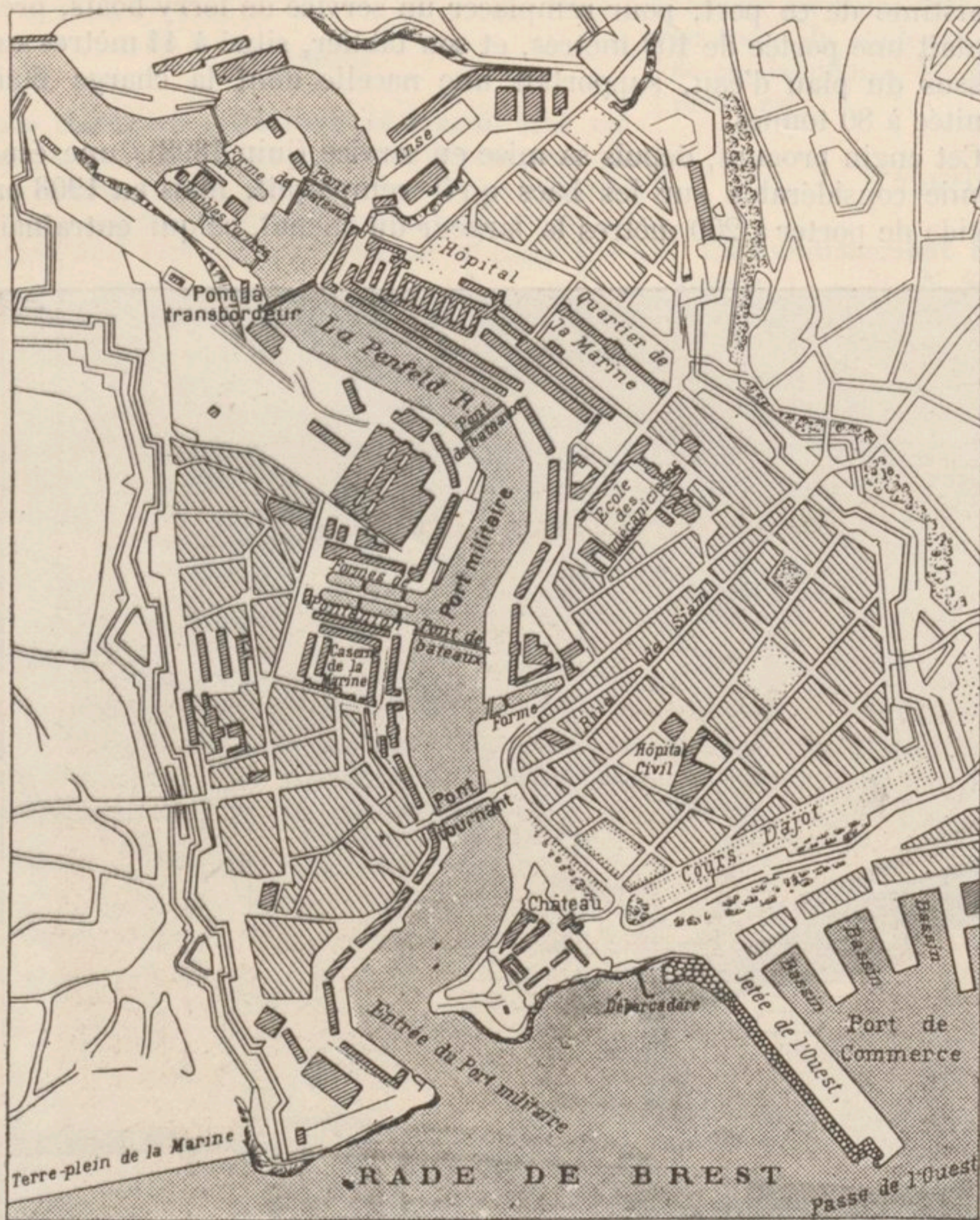


FIG. 2. — Plan de situation du pont à transbordeur de Brest.

ce pont à Bizerte, et on avait conclu, après examen approfondi de la question, qu'il n'y avait aucune raison pour se passer, en temps de paix, d'un engin pouvant rendre journellement d'aussi grands services.

Néanmoins, il fallut, en 1903, procéder au démontage du pont : ce travail fut effectué dans le court espace de trois mois par M. Arnodin, pour la faible somme de 50 000 francs.

Il est bon de faire remarquer les raisons pour lesquelles ce travail fut exécutable en si peu de temps et surtout aussi sans détérioration aucune de toutes les pièces qui constituaient l'ouvrage, c'est-à-dire : les câbles, les pylônes, le tablier, etc.

La première raison tient à ce que ce transbordeur a été construit suivant le principe de l'amovibilité, innové dans les ponts suspendus par M. F. Arnodin. Il en résulte que les dispositions d'assemblage de tous les éléments de la suspension sont combinées de telle sorte que l'on peut déposer et reposer toute pièce sans la détériorer et sans compromettre la stabilité de l'ouvrage.

La seconde tient à ce que, lors de l'exécution de la partie métallique, tous les trous dans les pièces assemblées ont été percés au foret sans employer pour aucune d'elles le poinçonnage. Ce poinçonnage aurait eu, en effet, le grave inconvénient non seulement d'abîmer le métal en l'écaillant, mais encore celui de ne pas assurer la juxtaposition complète des trous cylindriques des rivets dans les différentes épaisseurs à réunir entre elles. Il en serait résulté, d'ailleurs, une grande difficulté pour faire sauter les rivets des joints, lors du démontage.

Au contraire, avec cette méthode de travail, les pièces démontées étaient dans un état si satisfaisant que la reconstruction du pont démonté était possible sur une passe maritime où le débouché à franchir était de même grandeur.

Le Département de la Marine sut en tirer partie de très heureuse façon : lors du projet de transformation de l'arsenal de Brest, en 1901, un Ingénieur de la Marine, M. Trogneu, avait prévu la construction d'un pont à transbordeur au-dessus de la Penfeld, pour relier entre eux les ateliers, éparpillés sur les deux rives, sur plusieurs kilomètres de longueur, et qui n'étaient réunis (fig. 2) que par des ponts de bateaux, incommodes par leur grande dénivellation, due aux mouvements de la marée, et par l'obligation de les ouvrir fréquemment pour le passage des navires.

Comme le débouché à franchir était précisément égal à 109 mètres, le Département de la Marine songea à l'utilisation de l'ancien pont à transbordeur de Bizerte, aussi son transport et son remontage à Brest furent-ils décidés.

Les services que doit rendre la nacelle sont d'autant plus appréciables qu'un tramway électrique à courant monophasé, devant desservir les ateliers établis sur chacune des rives, pourra ainsi traverser la Penfeld et transporter les plus lourdes charges : chaudières, canons, plaques de blindage, etc., en économisant une dépense importante de main-d'œuvre comme celle que l'on employait journellement pour des pièces de moindre importance, en passant par les ponts de bateaux. Ceux-ci présentent, comme nous l'avons dit, des rampes et des pentes considérables, qui nécessitent des escouades de 12 à 15 matelots pour traîner la moindre charrette.

La reconstruction de l'ancien pont à transbordeur de Bizerte au-dessus de la Penfeld (fig. 1 à 4, du texte, et fig. 1 et 2, pl. XXVII) fut effectuée en dix mois par la maison F. Arnodin, sous la haute direction du Service des Travaux hydrauliques du port de Brest, à la tête duquel sont MM. de Miniac et Thévenot, et par les soins de M. Baudin, représentant du constructeur.

Les expériences d'épreuves du pont reconstruit eurent lieu les 26 et 27 août 1908.

Bien qu'il ne s'agit pas d'un ouvrage neuf et d'un système nouveau, on fit lors de ces expériences d'épreuves certains relevés intéressants du travail moléculaire du métal avec les appareils les plus précis dont on dispose actuellement, c'est-à-dire avec l'appareil Manet-Rabut pour le métal laminé et « le câble témoin » pour les câbles (fig. 4).

Comme nous l'avons déjà montré précédemment (1), l'intérêt qui s'attache à l'étude comparative des taux du travail calculé et observé dans les ouvrages métalliques est suffisamment grand pour qu'on s'attache à faire des observations précises, avec soin et méthode lors des épreuves d'un ouvrage métallique, car faute de cette méthode on va aveuglément vers des catastrophes analogues à celle du pont cantilever de Québec (2). Au pont à transbordeur de Brest, ces observations ont été faites contradictoirement par M. Thévenot, Ingénieur des Ponts et Chaussées, sous-directeur des travaux hydrauliques de l'arsenal de Brest, et par nous-même.

EXPÉRIENCES D'ÉPREUVES ET COMPARAISON DU TRAVAIL MAXIMUM CALCULÉ ET OBSERVÉ DANS LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DU PONT. — Il résulte de l'exécution de l'ouvrage que le poids de la nacelle, de sa suspension et de son cadre de roulement est, en ordre de marche, de 36 300 kilogrammes.

Comme l'épreuve du pont était prévue avec un chariot roulant pesant au total 80 000 kilogr., il y avait lieu d'ajouter comme surcharge sur la nacelle 43 700 kilogrammes.

Comme dans les ouvrages précédemment étudiés à Nantes (3) et à Marseille (4) cette surcharge a été fractionnée en quatre parties égales, de telle sorte que l'appareil voyageur pesa successivement lors des épreuves : $\Phi_0 = 36\,300$ kilogr. ; $\Phi_1 = 47\,225$ kilogr. ; $\Phi_2 = 58\,150$ kilogr. ; $\Phi_3 = 69\,075$ kilogr. ; $\Phi_4 = 80\,000$ kilogrammes.

L'accroissement en progression arithmétique des surcharges a l'avantage de permettre de contrôler pour ainsi dire l'exactitude des lectures des instruments de mesure, puisque l'accroissement du travail du métal doit varier suivant la même progression.

Dans chacune de ces expériences, on fit les lectures des instruments lorsque l'appareil voyageur se trouvait en différents points du tablier.

Câbles de retenue de la suspension. — Il est intéressant de comparer seulement les taux du travail maximum observé et calculé. Comme on l'avait prévu théoriquement, le travail maximum observé s'est produit pour les câbles de retenue et dans chacune des expériences lorsque la nacelle se trouvait au milieu de la travée.

Le calcul du taux de travail maximum dans ces câbles est simple, étant donné que le poids du tablier est de $p = 1\,300$ kilogr. par mètre courant, et que la travée a les dimensions indiquées au schéma de la figure 4, soit $2d = 109$ mètres, $F = 12$ mètres.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 3.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. LI, n° 20, et t. LII, n° 23.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 4.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVIII, nos 47 et 48.

Ce taux de travail se déduit en effet de la formule :

$$R_i = 9^{kg} 34 + \Phi_i \times 0,000090496,$$

Φ_i étant le poids total de l'appareil voyageur pour l'expérience envisagée.

Remarquons toutefois que cette formule est basée sur cette hypothèse : que les poutres de rigidité du tablier répartissent cette surcharge Φ_i sur toute la longueur de la travée centrale, soit sur 66^m 61.

Si donc les écarts entre les taux du travail observé et du travail calculé sont faibles, on peut en conclure que le rôle de répartition de la surcharge voyageuse sur le tablier par la poutre est complètement rempli.

Le tableau suivant résume les résultats :

Poids de la nacelle placée au milieu de la travée. kg	36 300	47 225	58 150	69 075	80 000	36 300	
Câbles de retenue	Travail observé . .	13,00	14,00	15,00	16,00	16,50	13,50
	Travail calculé . .	12,62	13,61	14,60	15,59	16,57	12,62
Écart.	+ 0,38	+ 0,39	+ 0,40	+ 0,41	- 0,07	+ 0,88	

Comme le travail calculé est un peu inférieur au travail observé, il s'ensuit que la répartition de la surcharge voyageuse sur toute la partie centrale du tablier n'est pas tout à fait réalisée. La différence est du reste très faible, dans tous les cas elle est telle qu'on puisse pratiquement considérer l'hypothèse comme réalisée par les faits.

maximum du travail calculé dans les expériences précédentes, en comparant l'abaissement du tablier calculé au centre de la travée (abaissement calculé d'après les taux théoriques du travail dans les câbles paraboliques), avec l'abaissement pratiquement déterminé au centre de la travée, dans chacune des expériences, par un observateur placé dans l'axe du pylône rive gauche.

L'abaissement théorique au centre de la travée parabolique est donné par la formule suivante :

$$dF = \frac{dL}{(d+d')^2} \left[\frac{1}{3}(d-d') + \frac{d'}{\sqrt{1 + \frac{4F^2}{(d+d')^2}}} \right]$$

avec $d = 54^m 50$;
 $d' = 21^m 195$;
 $F = 12$ mètres.

Mais comme par ailleurs $dL = (R_i - 10^{kg} 025) \frac{(L+R)}{E}$,

R_i étant le travail calculé du métal constituant les câbles,
 $L+R$ les longueurs cumulées des câbles paraboliques et de retenue de la suspension, qui, ici sont :

$$L+R = 300 \text{ mètres en nombre rond};$$

E le coefficient d'allongement élastique des câbles, soit $17 \times 10^9 = E$.

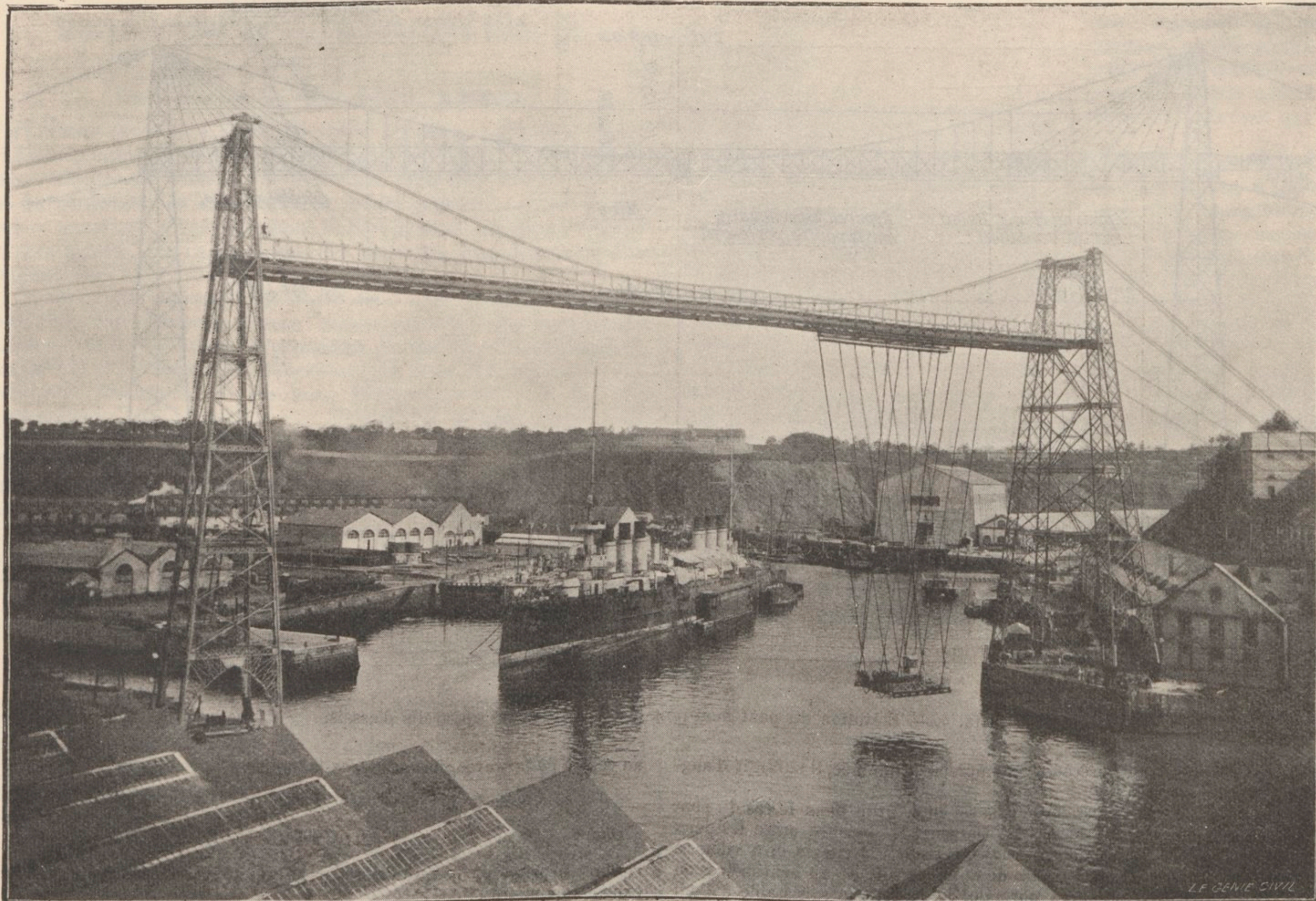


FIG. 3. — PONT A TRANSBORDEUR DE L'ARSENAL MARITIME DE BREST : Vue d'ensemble.

Câbles paraboliques. — Pour les câbles paraboliques, on arrive, comme pour les câbles de retenue, à calculer le taux de leur travail par millimètre carré de section au moyen d'une formule également simple :

$$R_i = 10^{kg} 025 + 0,00001078 \Phi_i.$$

Naturellement, l'hypothèse d'une égale répartition de la surcharge concentrée Φ_i , occupant 20^m 80 du tablier, sur la longueur de la travée centrale 66^m 61 sert de base à la formule précédente.

On a obtenu les résultats suivants :

Poids de la nacelle placée au milieu de la travée. kg	36 300	47 225	58 150	69 075	80 000	36 300	
Câbles paraboliques	Travail observé . .	13,50	14,00	16,00	16,50	17,00	14,50
	Travail calculé . .	13,98	15,17	16,37	17,56	18,72	13,98
Écart.	- 0,48	- 1,17	- 0,37	- 1,06	- 1,72	+ 0,52	

Ces résultats sont moins concordants, en raison probablement d'un réglage défectueux du câble témoin.

Toutefois, on peut déterminer une vérification approximative du taux

On déduit finalement de ce qui précède :

$$dF_i = (R_i - 10^{kg} 025) \times 0,03385.$$

On en conclut donc le tableau suivant :

Poids de la nacelle placée au milieu de la travée. kg	36 300	47 225	58 150	69 075	80 000	36 300	
Câbles paraboliques : travail calculé. kg	13,98	15,17	16,37	17,56	18,72	13,98	
Abaissement	calculé . . m	0,133	0,174	0,215	0,255	0,294	0,133
	observé	0,195	0,225	0,255	0,305	0,330	0,195
Écart.	0,062	0,051	0,040	0,050	0,036	0,062	

La conclusion qu'il est possible de tirer de la faiblesse des écarts (1) qui existent entre l'abaissement théorique au centre de la travée et l'abaissement

(1) Ces écarts sont peu importants, étant donnée l'indétermination qui règne sur la valeur exacte de l'allongement élastique des câbles, coefficient que nous avons admis dans les calculs comme égal à $E = 17 \times 10^9$.

observé lors des expériences successives est que les poutres de rigidité jouent avec efficacité le rôle qui leur est imparti ; puisque l'hypothèse qui sert de base au calcul de l'abaissement dF ne tient compte que de l'allongement élastique des câbles lorsque la courbe qu'ils décrivent reste parabolique.

Comme autre conclusion : l'importance de l'abaissement n'est pas une conséquence de la déformation du tablier par suite de l'inefficacité de répartition de la surcharge concentrée par les poutres de rigidité, mais bien une conséquence de l'importance de cette surcharge par rapport au poids mort de l'ouvrage ou, ce qui revient au même, de l'importance de l'excès de travail :

$$R_i - R_o = R_i - 10^4 \cdot 025,$$

développé dans les câbles par la surcharge sur le travail R_o latent ou initial dû au poids mort.

Il résulte donc de là que, si on voulait avoir un ouvrage de ce genre donnant lors des épreuves un abaissement maximum de $\frac{1}{1000}$ de la portée, par exemple, soit dans le cas présent de 109 millimètres, il suffirait de donner aux câbles paraboliques une section telle que l'augmentation de travail $R_i - R_o$ soit égale à :

$$R_i - R_o = \frac{0^m 109}{0,03385} = 3^k 18$$

par millimètre carré de section, lorsque la nacelle est au milieu de la travée.

Ainsi, en conservant le même tablier, la même poutre de rigidité dont

conduit ainsi à diminuer la tension prévue théoriquement dans les câbles obliques.

Poutre porte-rails. — Un appareil Manet-Rabut fut disposé (fig. 4) sur la semelle supérieure du fer I formant poutre porte-rails, et ce dans la section centrale du tablier.

Étant données :

1° La constitution très dyssymétrique des membrures des poutres de rigidité dont les poutres porte-rails constituent la membrure inférieure et dont la membrure supérieure est constituée par deux ΣE de $175 \times 67 \times 15$ millimètres situés à 2 mètres au-dessus de la poutre porte-rails ;

2° La difficulté de trouver une méthode de calcul satisfaisante pour la détermination du travail dans les poutres de rigidité ;

Il est préférable de comparer le travail observé à celui qui est calculé en partant de l'arc décrit par la poutre lors de sa surcharge, c'est-à-dire sous l'influence de l'allongement élastique des câbles ;

Il s'ensuit que, du fait de la concordance des résultats, on peut en conclure le bien fondé des hypothèses servant de point de départ aux calculs.

Si l'on désigne par dF_i l'abaissement observé au centre de la travée sous l'effet de la surcharge Φ_i le taux du travail dans la semelle supérieure de la poutre porte-rails s'exprime par la relation simple :

$$r_i = \frac{2E \cdot e \cdot dF_i}{d^2},$$

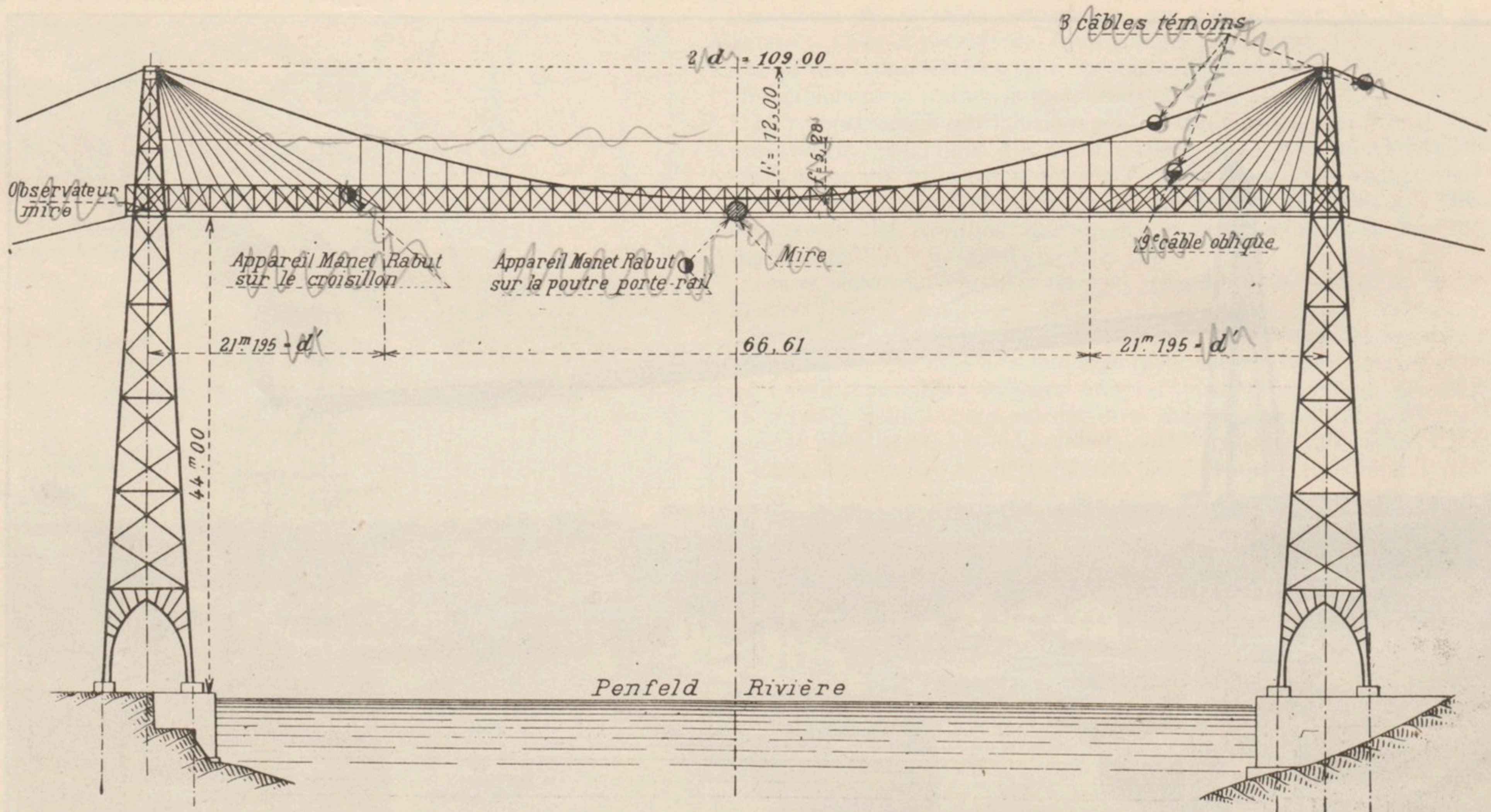


FIG. 4. — Élévation du pont montrant la disposition des appareils d'essais.

l'efficacité, d'après ce qui précède, est amplement justifiée, il suffirait d'augmenter la section des câbles.

Toutefois, on peut se demander si cela est bien utile dans le cas du pont à transbordeur de Brest, où la nacelle parcourt la distance entre les deux quais en quarante-cinq secondes de moyenne, soit à la vitesse de 8 kilom. à l'heure ? Que l'abaissement au centre de la travée soit de 20 centimètres ou de 10 centimètres avec sa charge normale, cela n'est pas saisissable à l'œil et ne présente aucun avantage ni inconvénient ; ce serait donc là une dépense qui paraît sans aucune utilité dans le cas présent.

Ce qui précède montre que cette réduction est, en tous cas, très facilement réalisable, qu'elle devient d'autant plus économique à obtenir que la travée est plus grande et que le poids du mètre courant du tablier est plus considérable.

L'excès du travail dû à la surcharge voyageuse sur le travail dû au poids mort devient, en effet, quantité peu importante pour un pont de 500 à 600 mètres, bien qu'on ait là à tenir compte d'une plus grande longueur de câbles, subissant l'allongement élastique.

D'où l'on peut conclure que, toutes choses égales par ailleurs, la nacelle d'un pont à transbordeur influencera d'autant moins la suspension et le tablier qui la portent, que la portée de l'ouvrage sera plus grande.

Câbles obliques. — On fit pendant les expériences des observations au câble témoin sur le câble oblique n° 9. Les résultats confirmèrent ce qu'on avait déjà obtenu précédemment : que l'hypothèse qui sert de base au calcul des sections des câbles obliques pêche de beaucoup par excès. On sait, en effet, que l'on regarde le tablier comme complètement articulé aux points où viennent se fixer les câbles obliques. Or, du fait de la rigidité du tablier et de celle des poutres de rive, la surcharge concentrée se répartit sur une longueur appréciable et

au centre de la travée, formule dans laquelle :

$$e = 0^m 60 \quad E = 2 \times 10^{10}, \quad d = 54^m 50.$$

D'où :

$$r_i = 8,080 dF_i,$$

r_i étant exprimé en kilogrammes par millimètre carré de section, si dF_i est exprimé en mètres.

On en déduit ainsi le tableau suivant :

Poids de la nacelle placée au milieu de la travée . kg	36 300	47 225	58 150	69 075	80 000	36 300
Abaissement observé au centre de la travée . . . mm	495	225	255	305	330	495
Semelle supérieure de la poutre porte-rails :						
Travail calculé	— 4,58	— 4,82	— 2,06	— 2,46	— 2,67	— 4,58
Travail observé	— 4,30	— 2,00	— 2,00	— 2,60	»	— 4,30
Écart	0,28	6,48	0,06	0,44	»	0,28

La concordance des résultats est très suffisante.

On peut donc conclure de cette étude comparative que, dans un ouvrage de ce genre, on peut sans erreur sensible admettre que la surcharge voyageuse concentrée sur la longueur du chariot roulant est répartie uniformément sur toute la longueur de la travée centrale parabolique par l'effet des poutres de rigidité combinées spécialement pour remplir ce rôle.

Partant de cette hypothèse, on peut calculer l'augmentation de

travail que cette surcharge développe dans les câbles paraboliques et, par suite, l'abaissement théorique du centre de la travée. Cet abaissement, d'après ce qui précède, sera à très peu près équivalent à l'abaissement qui se produira pratiquement et on pourra donc, sans introduire de nouvelle hypothèse, déterminer avec assez de précision le travail dans les éléments des poutres porte-rails et conséquemment dans la membrure supérieure des poutres de rigidité.

Il nous a semblé que les résultats trouvés dans les intéressantes expériences d'épreuves du pont à transbordeur de Brest étaient utiles à faire connaître comme contribution à la science de l'ingénieur, car elles mettent en lumière, par des faits à grande échelle, la valeur des hypothèses admises et le degré de précision que donnent les calculs théoriques.

Comme, d'autre part, ces résultats sont sensiblement concordants avec ceux relevés par les expériences effectuées sur le même ouvrage en 1898, ils se trouvent confirmés et ils montrent que le démontage et le montage des éléments de l'ouvrage n'ont en rien altéré la stabilité de toutes ses pièces.

G. LEINEKUGEL LE COCQ,
Ingénieur de la Marine.

TÉLÉGRAPHIE

L'ÉTAT ACTUEL DE LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

(Suite et fin¹.)

Le poste de la Tour Eiffel, à Paris.

IV. POSTE DE LA TOUR EIFFEL. — On a beaucoup parlé de la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel, sans en donner de description bien détaillée au point de vue technique. Nous nous sommes proposé ici de coordonner, en les complétant, les divers renseignements publiés sur ce poste, qui est actuellement le plus puissant des postes français et sera bientôt, dès l'achèvement des nouvelles installations, le plus puissant du monde.

Comme nous l'avons fait remarquer dans notre précédent article, les premières expériences de Marconi avaient montré l'influence considérable sur le rayonnement de la hauteur des fils constituant l'antenne. La théorie et les recherches expérimentales n'ont fait depuis lors que confirmer absolument ces résultats. Malheureusement, les antennes élevées sont d'une réalisation très difficile. On ne peut songer, dans les stations sérieuses, à employer des ballons ou des cerfs-volants d'un maniement impossible par mauvais temps. D'autre part, la construction des pylônes élevés est tellement coûteuse et délicate que l'on préfère majorer l'énergie mise en jeu et se contenter d'un faible rendement : les supports construits à l'étranger dans les stations radiotélégraphiques n'ont pas dépassé 120 mètres de hauteur (mât tubulaire en acier de Machriansch, Écosse).

En France, la Tour Eiffel constituait un pylône merveilleux que l'on devait naturellement songer à utiliser.

Sa situation dans la vallée de la Seine, à proximité du fleuve, rendait facile la réalisation d'excellentes prises de terre. D'une solidité à toute épreuve, la Tour pouvait supporter sans peine tous les réseaux de fils qu'on voudrait faire rayonner autour d'elle. D'un accès très facile jusqu'à son sommet où l'on pouvait commodément installer des appareils lourds et volumineux, elle se prêtait aux expériences les plus intéressantes et les plus variées sur les phénomènes produits aux extrémités supérieures des antennes à grand rayonnement.

Il était probable *a priori* qu'à énergie égale et pour une même surface d'antenne, on réaliserait des portées bien supérieures à celles de tous les postes étrangers : d'où un intérêt énorme au point de vue militaire.

En outre, placée près du centre du Gouvernement, dans une cité présentant de grandes ressources scientifiques et industrielles, la station radiotélégraphique de la Tour pouvait être un merveilleux instrument pour le développement de notre puissance politique, militaire ou même commerciale. Mais les pouvoirs publics ne virent pas quel parti admirable ils pouvaient tirer des communications à grande distance par ondes hertziennes; la création, dans la plupart des nations étrangères (Amérique, Angleterre, Allemagne, Italie), de puissantes stations, n'eut pas d'action sur l'inertie des bureaux, et c'est en 1907 seulement, cinq ans après les premières communications de Marconi à travers l'Atlantique, qu'obligés enfin de reconnaître l'importance des résultats obtenus depuis l'année 1903 par quelques officiers du Génie, avec des appareils de fortune, ils se décidèrent péniblement à entrer dans la voie des sacrifices pécuniaires.

Comme les premiers essais effectués à la Tour Eiffel par plusieurs industriels avaient été peu encourageants, on crut d'abord que l'énorme masse métallique du monument absorbait par induction la plus grande partie de l'énergie rayonnée.

En 1903, M. Eiffel installa dans le Champ-de-Mars, en bordure de l'avenue de Suffren, à 200 mètres à peu près au sud de la Tour Eiffel, un petit poste de télégraphie sans fil qu'il mit à la disposition du capitaine Ferrié. Des essais méthodiques commencèrent, avec Palaiseau et Villeneuve-Saint-Georges d'abord : puis les distances furent augmentées progressivement jusqu'à 400 kilom. L'antenne, amarrée primitivement au second étage (fig. 1) fut, pour les expériences

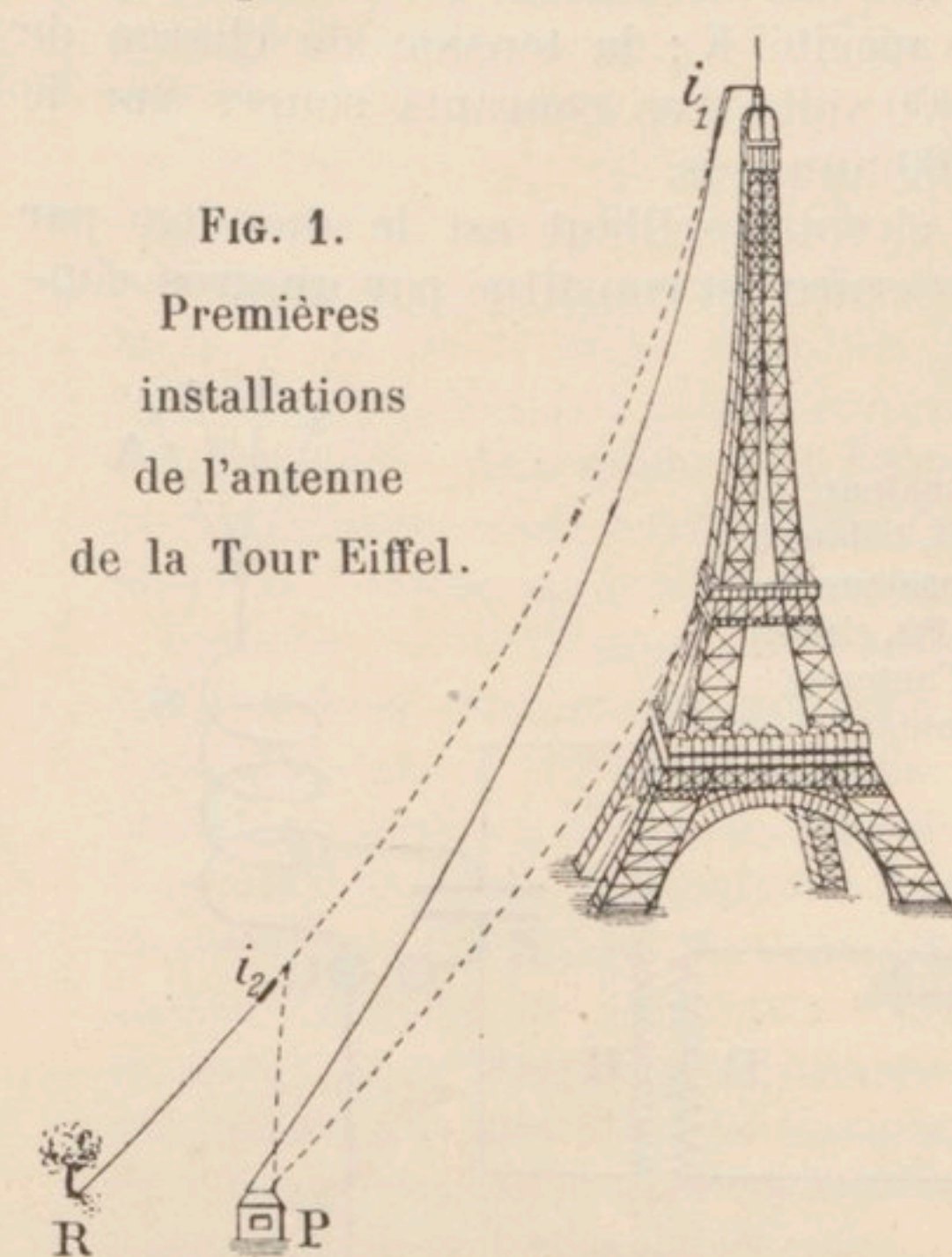


FIG. 1.
Premières installations de l'antenne de la Tour Eiffel.

à grandes distances, fixée par l'intermédiaire d'un isolateur en ébonite i , à l'extrémité d'une poutre amarrée dans les arcs du sommet : elle était constituée par un simple fil de cuivre Pi .

En 1905, la communication fut établie dans des conditions parfaites avec un poste installé à Belfort et dont l'antenne filiforme, soutenue par l'escarpement rocheux du château, n'avait que 70 mètres de hauteur. L'énergie employée n'était que d'un kilowatt. Chaque poste disposait de deux bobines d'induction et l'antenne était excitée directement. M. Ferrié qui diri-

geait le poste de la Tour Eiffel, put converser avec M. Brenot qui se trouvait au poste de Belfort.

Il fut alors reconnu que l'influence pernicieuse à la transmission de la masse métallique de la Tour Eiffel diminuait beaucoup à mesure que les longueurs d'onde employées devenaient plus considérables et plus différentes de la longueur d'onde propre de la Tour, considérée elle-même comme antenne à grande surface. On doit remarquer l'accord de ce résultat d'expérience avec la théorie que nous avons exposée dans nos précédents articles. Les résultats furent améliorés en écartant le fil de la Tour au moyen d'un hauban i_2R (fig. 1) isolé de l'antenne en i_2 .

La surface de l'antenne fut alors augmentée, puis l'excitation directe remplacée par l'excitation indirecte, et enfin, le courant continu alimentant les bobines, par du courant alternatif alimentant des transformateurs plus puissants. C'est ainsi que fut organisée peu à peu une station provisoire (fig. 2), d'aspect évidemment misérable, mais qui, avec 10 kilowatts, fait néanmoins parvenir pendant la nuit des signaux aux navires situés à une distance de 2 400 kilomètres.

La station comprend cinq baraques en bois : deux d'entre elles servent, depuis l'établissement d'un service nocturne avec le Maroc,

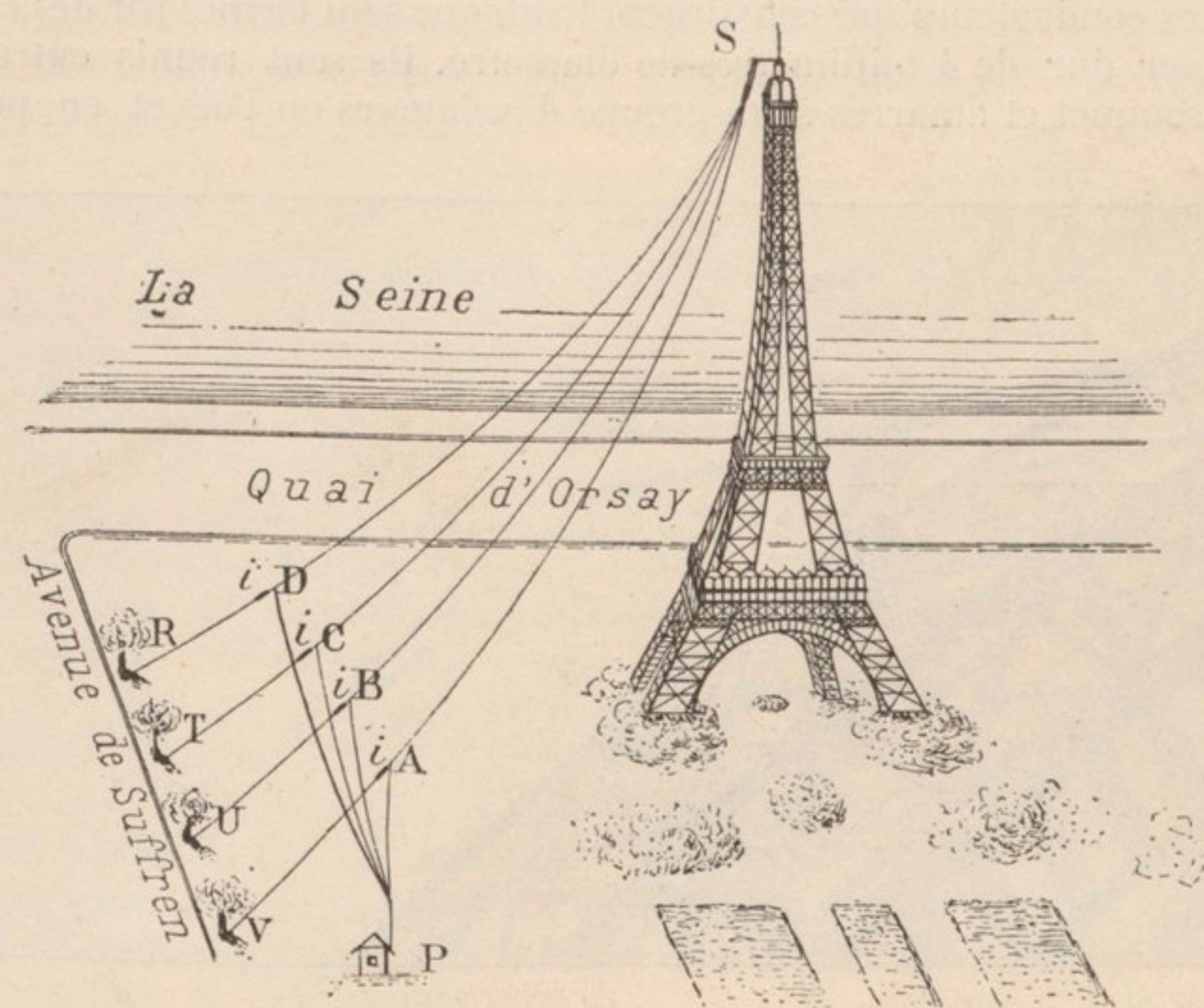


FIG. 2. — Installation actuelle provisoire de l'antenne de la Tour Eiffel.

de bureau et d'abri pour l'officier et les hommes de garde, une troisième renferme les réserves de matériel. Les appareils de transmission sont contenus dans une petite cabine P de 3 mètres sur 4 mètres portant dans son pignon un double carreau de verre au milieu duquel rentre le gros conducteur réuni au faisceau de fils qui constituent l'antenne. C'est de cet abri primitif, humide, à peine clos, que partent les ordres confiés au mystérieux éther qui les porte à des milliers de kilomètres, à nos diplomates, à nos troupes, à nos escadres... La baraque voisine, à peu près identique d'aspect, renferme les récepteurs. Un hangar à larges baies vitrées sert pour les divers essais de matériel.

L'énergie électrique nécessaire est empruntée directement au Secteur de la Rive gauche. Le courant alternatif de ce secteur, à

(1) Voir le *Génie Civil*, t. LIII, n° 25, p. 415, et n° 26, p. 433.

PONT A TRANSBORDEUR DU PORT DE BREST (Ancien pont de Bizerte)

Fig.1. Elévation du pont à transbordeur

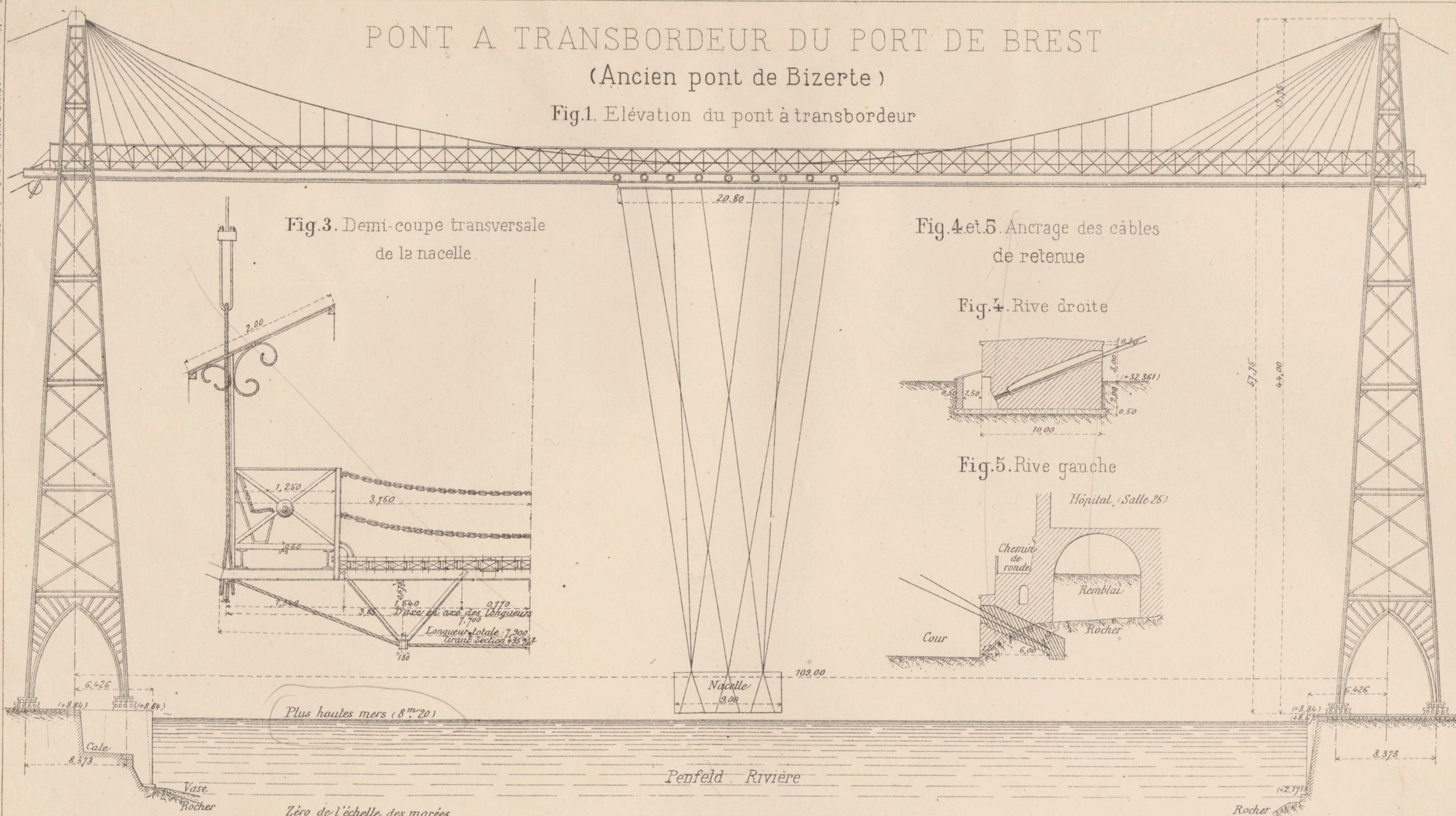


Fig.3. Demi-coupe transversale de la nacelle.

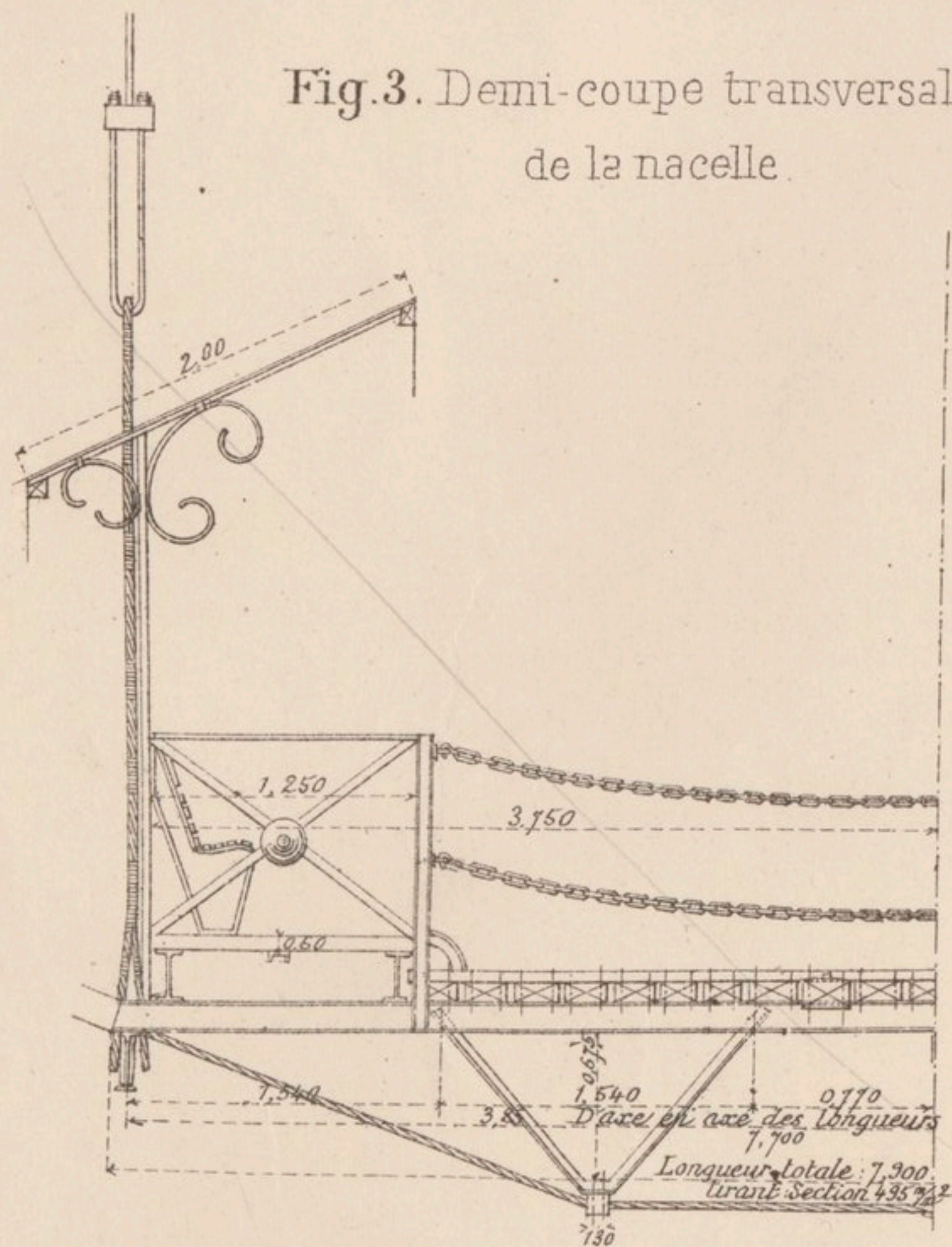


Fig.4 et 5. Ancrage des câbles de retenue

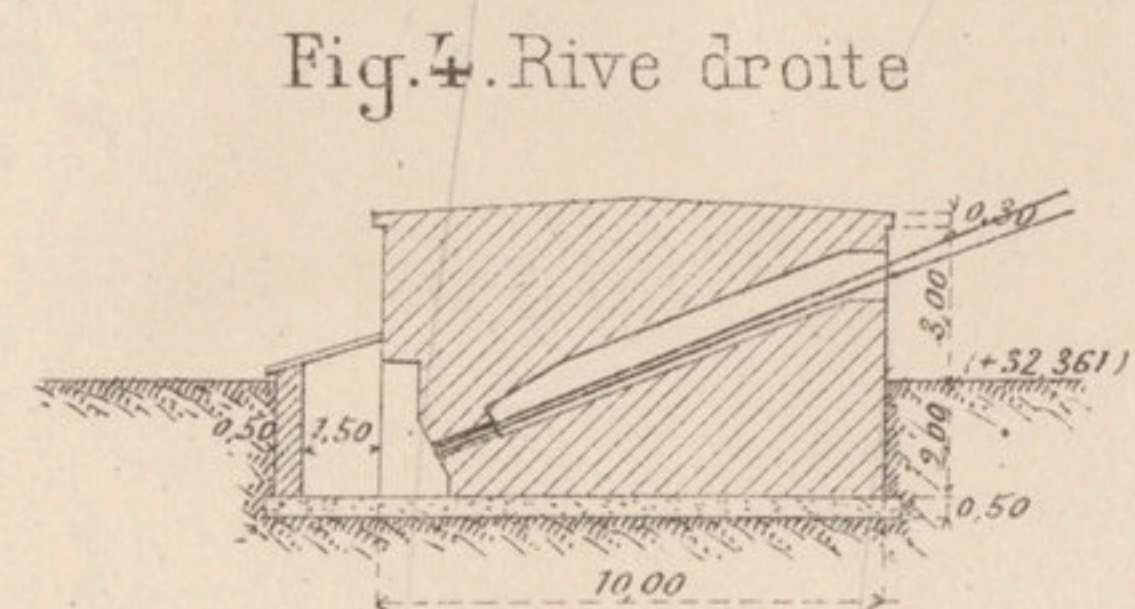


Fig.5. Rive gauche

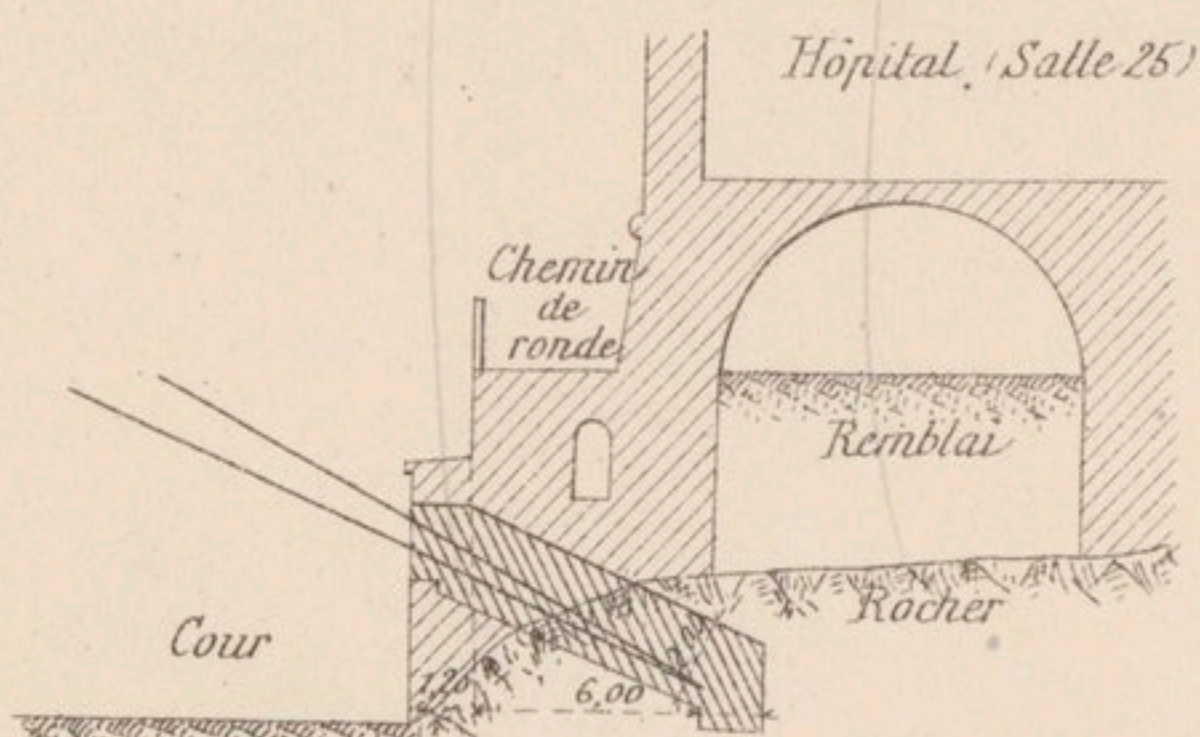
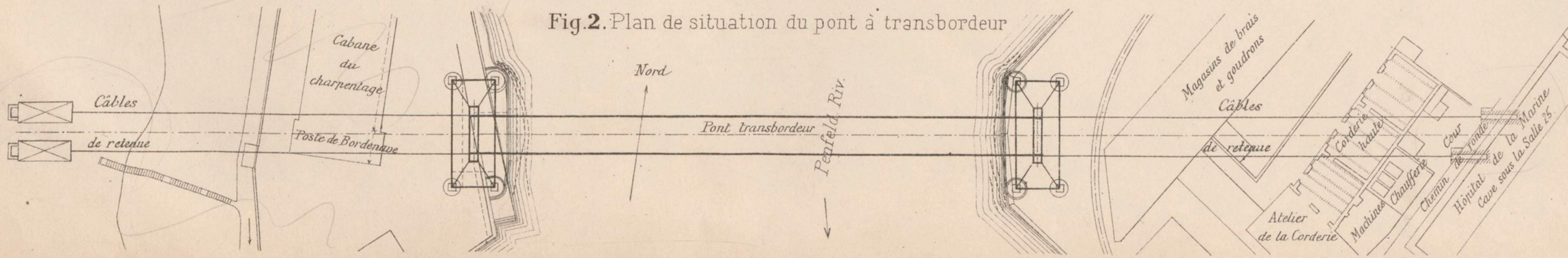


Fig.2. Plan de situation du pont à transbordeur



Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères

1. Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères. 1908-10-31.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter utilisation.commerciale@bnf.fr.