

Vue de l'ancien pont démoli par une tempête ne faisant que 76 km/h. Le nouveau résistera à une vitesse de 193 km/h

Le Vent, Ennemi des Ponts suspendus

POUR construire un pont, il faut des kilomètres de fil de fer. A Tacoma dans l'État de Washington, on construit un pont suspendu qui sera le troisième du monde par la portée; il franchit les perfides Narrows (Détroit de Géorgie). Pour sa construction, une maison spécialisée dans la tréfilerie pour ponts, les Établissements John A. Ræbling a filé 32 000 km de fil de 5 mm, qui est tordu en câbles de 51 cm de diamètre, utilisés par paires, et qui supportent le tablier. Ces câbles sont entourés d'un fil supplémentaire à spires jointives destiné à les protéger contre les intempéries et qui a une longueur de 1 500 km. Le pont a été mis en service en septembre.

Il doit remplacer un pont de 1830 m, détruit par une tempête en novembre 1940. Le tablier central a une longueur de 850 m et n'est surpassé que par celui du pont de Golden Gate à San Francisco, qui a 1280 m et par celui du pont George Washington à New York, qui a une longueur de 1100 m.

En 1949, les charpentiers ont commencé l'érection des piles de 155 m posées sur les anciennes fondations en béton légèrement modifiées. Ces piles ont été achevées en juillet 1950, et l'on commença alors à s'occuper des câbles. Mais avant de pouvoir poser ces der-

niers, il faut commencer par installer de rive à rive un chemin de fer aérien sur câble pour le montage général.

Les travaux doivent être menés avec beaucoup de précision, et il faut veiller à un équilibre parfait car les piles métalliques ne sont pas encastrées dans le béton mais posées sur des plaques d'acier de 75 mm d'épaisseur. Le système de transporteur aérien doit suivre sensiblement la courbure prévue pour les câbles de suspension définitifs, afin que les poseurs puissent facilement régler la tension des fils à mesure de la pose des câbles.

Les 32 000 km de fil n'ont même pas la grosseur d'un crayon ordinaire. Chaque câble contient 8702 fils répartis sur 19 couches, mais chaque couche renferme 460 et non 458 fils, sauf la couche extérieure; on obtient ainsi un cercle plus rempli que si on mettait 458 fils par couche.

La filature de ces fils et la confection des câbles nécessitent beaucoup de machines et de main-d'œuvre, mais les opérations sont relativement faciles à comprendre.

Après l'installation des fils du transporteur aérien, on pose des fils d'une rive à l'autre, un fil pour chacun des câbles futurs. Ces fils sont mesurés soigneusement au point de vue lon-

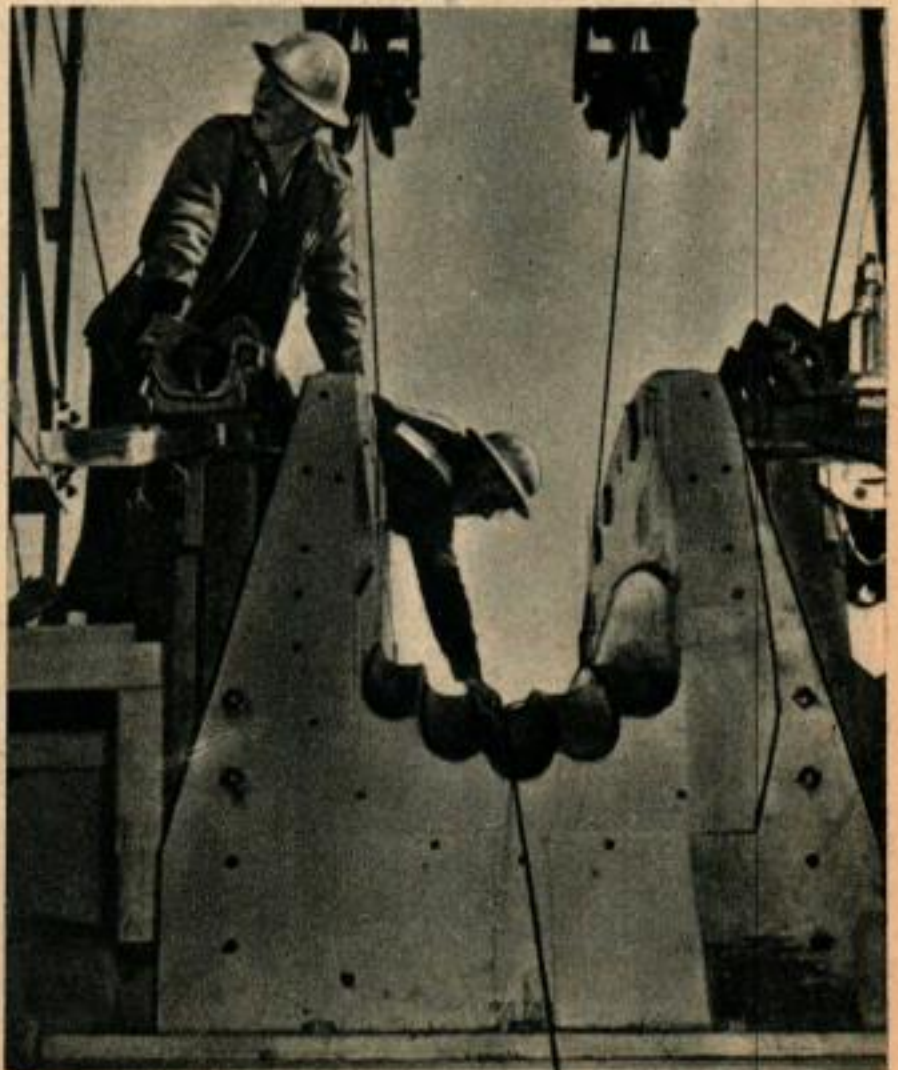


Le pont de Tacoma vers la fin des travaux. Il doit supporter une pression correspondant à un vent de 193 km/h. Ci-dessous, installation du fil servant de guide pour la pose du câble définitif de suspension.

gueur, flèche, tension, ceci se fait pendant la nuit, afin d'éviter les erreurs dues aux variations diurnes de température. Un théodolite est installé sur l'une des piles directement au-dessous du fil, et on lui fait viser un repère marqué sur l'autre pile. La ligne de visée est à 72 m au-dessus de l'eau et au niveau du point le plus bas du câble.

Lorsque la nuit est tombée et que la température est bien constante, les géomètres commencent leurs travaux. L'un se tient à mi-distance entre les deux piles et abaisse une mire dans la ligne de visée du théodolite, l'autre détermine la hauteur à laquelle arrive le fil devant servir de guide pour la pose du câble. Les ingénieurs placés à la station de tension du câble, près de la pile Est, comparent les visées obtenues aux chiffres donnés par le calcul.

Les différences, convenablement corrigées de l'effet de la température, permettent de déterminer de combien il faut allonger ou raccourcir le câble. La coordination des différentes personnes employées dans un tel travail devant être parfaite, un réseau téléphonique assez compliqué a été installé sur le chantier, on utilise également des postes de radio émetteurs-récepteurs portatifs. Les opérations sont recommencées pour l'autre câble.





Le pont des Détroits est le troisième du monde par la portée, il a un tablier central de 855 m et deux tabliers extrêmes de 155 m.

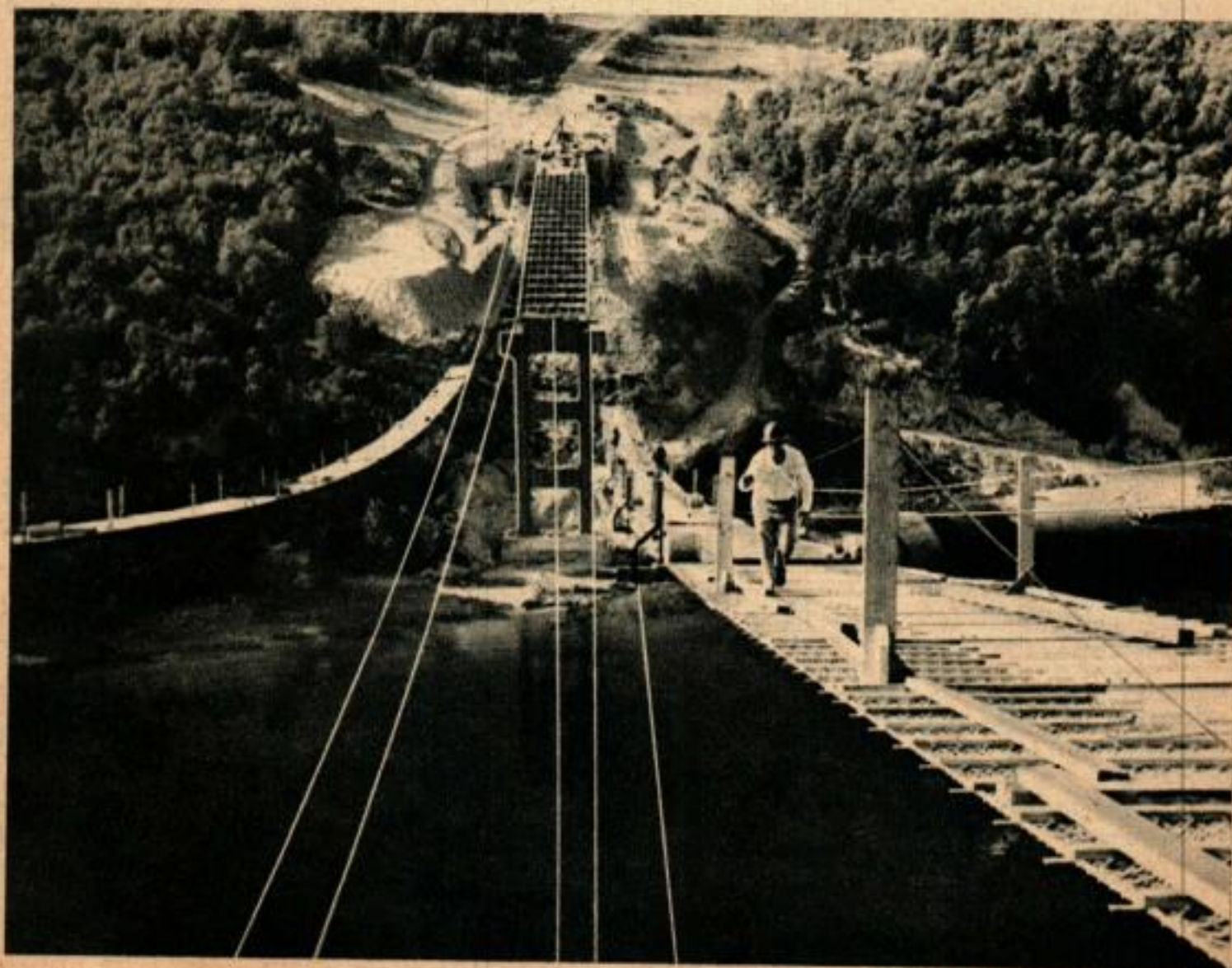
Bien entendu, tout ceci suppose que les treuils de tension des câbles ont été installés à pied d'œuvre longtemps avant. Ils sont situés sur la rive Est. Un câble sans fin est actionné par un treuil électrique, il relie les deux piles. Sur chaque brin de ce câble roule un chariot ayant la forme d'un cadre triangulaire portant deux poulies de 1,20 m de diamètre et tournant librement sur leur axe. Le moteur électrique tire ce chariot dans un sens ou dans l'autre. Lorsque l'un des chariots traverse le pont dans un sens, l'autre le traverse en sens inverse. Le reste de l'installation comporte un treuil portant une provision de câbles, une

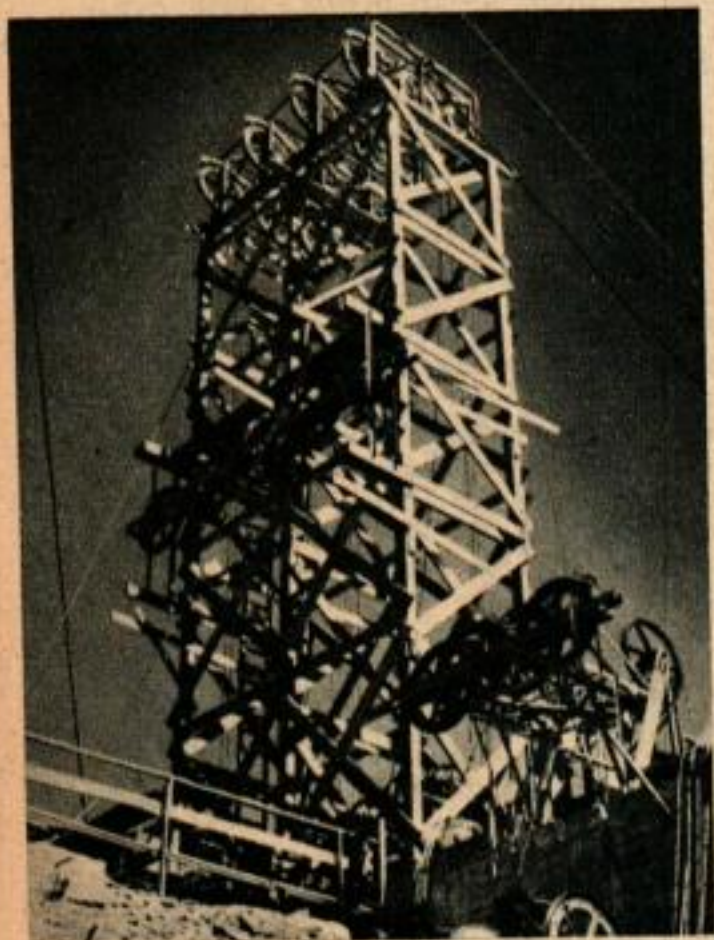
charpente contenant un contrepoids et un certain nombre de poulies folles servant à guider les câbles.

Des bobines de fil sont placées sur la bobine de dévidement, de là, le fil passe dans la charpente contenant le contrepoids qui assure une tension constante au fil, puis autour de la roue de poulie du chariot et il revient s'attacher à un piton scellé dans la pile en béton.

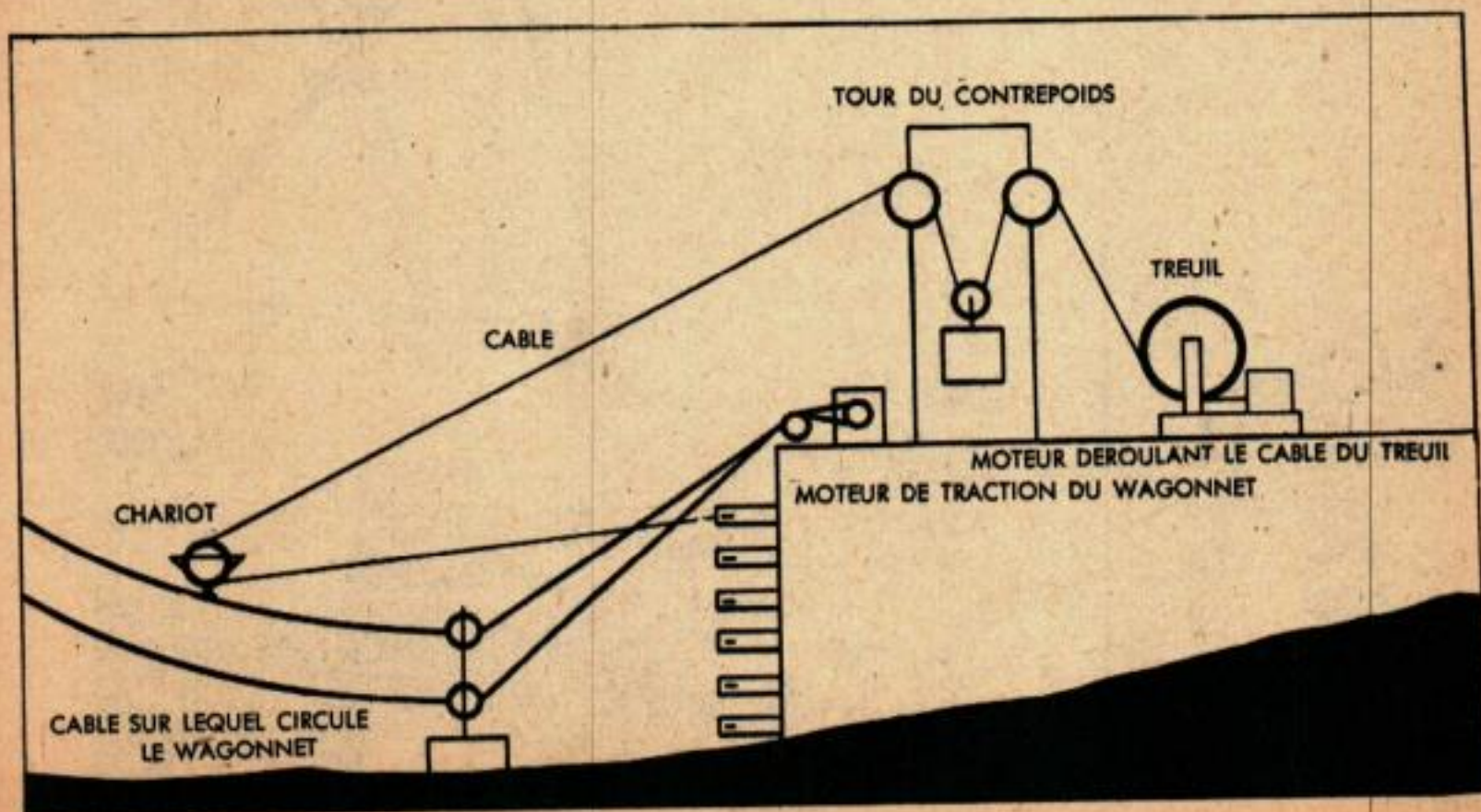
Le moteur du chariot est mis en marche, ce dernier roule sur le câble sans fin. Le moteur de dévidement est synchronisé avec le moteur du chariot. S'il y a une différence de vitesse, le contrepoids de réglage de la tension monte

Durant la pose des câbles et du tablier, des passerelles en grillage sont installées parallèlement aux câbles principaux.





Les photos et les croquis de cette page montrent comment on pose 30 000 km de fils constituant les câbles. Ci-dessus, on voit les poseurs en train de mettre une nouvelle provision de fil sur le chariot de pose qui va bientôt partir. Le système de poulies et de dispositifs de guidage utilisé pour la torsion des torons est compliqué. À gauche, on voit la charpente contenant le contre-poids qui assure la constance de la tension du fil, ainsi que le moteur de dévidement du fil, synchronisé avec le moteur faisant avancer le câble.





Après la pose des charpentes sur les piles, on met les câbles légers permettant l'installation des passerelles sur lesquelles les ouvriers se déplacent. Ci-dessous, une grue mobile est en train de poser un morceau de treillis du tablier de pont sous le regard attentif d'un des surveillants.

ou descend. Un petit réglage du moteur de dévidement a assuré alors le rétablissement de l'égalité des vitesses.

Le câble sur lequel roule le chariot se déplace à la vitesse de 214 m/mn. Lorsque le chariot s'approche de l'extrémité du câble, un indicateur selsyn (indicateur de synchronisme) avertit l'opérateur qui arrête le mouvement du chariot. Pendant ce temps, un chariot vide arrive à la pile Est et l'opérateur met en place le fil, pourtant très raide, en quelques secondes. On change le sens de circulation du câble sur lequel se déplace le chariot et ce dernier repart.

On confectionne simultanément deux rangées de fils tordus sur chaque câble. Le travail de torsion des torons dure 44 h quelles que soient les conditions météorologiques, qu'il fasse jour ou nuit. Au début, il a fallu deux semaines pour tordre une seule rangée de fils, mais au bout de peu de temps, le chef, Robert Cole, songea à battre des records. Après que le câble eut été confectionné, rangée de fils par rangée de fils, on en arrondit le contour au moyen d'une presse hydraulique. On pose les ferrures et les câbles verticaux de suspension sont placés tous les 9 m pour tenir le tablier. L'opération finale qui consiste à entourer le câble d'un fil à spires jointives servant de protection ne peut se faire que, lorsque le tablier est posé, afin que le poids de ce dernier mette le câble dans sa configuration définitive.

(Suite page 135)



★ *Savoureux croquis de notre élève Mlle P. FANGEAUX. Joli coup de pinceau d'une souplesse et d'un accent remarquables, mis au service d'un œil qui sait voir, comme apprend à voir la méthode A. B. C.*



Le vent, ennemi des ponts suspendus

(Suite de la page 30)

La Bethlehem Pacific Coast Steel Corporation a construit les charpentes sur les piles et le tablier. Dans l'ancien pont, les éléments du tablier avaient été construits l'un après l'autre dans des chalands qui se plaçaient sous l'endroit intéressé et les charpentes étaient hissées et attachées aux câbles.

Le nouveau pont est nettement plus lourd et les constructeurs se méfient de l'action du vent qui souffle à raison de 18 km/h dans la région. Ils ont donc utilisé la méthode employée dans le montage des ponts par éléments mis bout à bout.

De chacune des piles, on commence par lancer un morceau de tablier de 18 m qu'on attache aux câbles principaux. A l'extrémité, une grue mobile met en place un élément suivant. Elle est alimentée en poutres par une voie ferrée latérale posée sur le tablier et s'allongeant en même temps que lui.

Une construction de ce genre nécessite un équilibrage parfait, afin de ne pas créer des efforts différents dans les câbles et dans les charpentes installées sur les piles. Pour faciliter la mise en place du tablier, l'Institut de Mécanique de l'Université de l'État de Washington a construit un modèle réduit du pont à l'échelle 1/100 pour les longueurs et 1/92 475 pour les charges.

A mesure que le montage se poursuit, on téléphone à l'Université le programme des travaux du lendemain. Sur la maquette, on accroche les poids correspondants aux morceaux de tablier projetés et on mesure au microscope les déformations des câbles porteurs de la maquette. Si l'on dépasse les chiffres prévus, on fait modifier aux poseurs les charges qu'ils doivent mettre en place.

A bien des points de vue, ce pont diffère des ponts analogues construits ailleurs. Son projet a été étudié pendant des années, surtout afin de réduire au minimum l'action du vent sur l'ensemble de la construction. Le pont primitif avait été détruit par un vent de 75 km/h, mais avant son effondrement, les oscillations étaient tellement importantes que, lors des vents les plus faibles, les automobilistes avaient le mal de mer en le traversant.

Durant la guerre, les ingénieurs ont fait pendant trois ans des essais aérodynamiques

Dès
le premier
coup de crayon
**POSSÉDEZ TOUT DES
JOIES ET AVANTAGES
DU DESSIN**

C'est une toute nouvelle manière d'enseigner le Dessin. Le cours est fait par des grands dessinateurs professionnels. Vous êtes guidé pas à pas par les conseils personnels d'éminents artistes parisiens. Vous apprenez par correspondance, chez vous, sans avoir à vous déplacer, quand vous en avez envie, à des moments jusqu'ici perdus.

Dès la première leçon, même si vous n'avez jamais tenu un crayon, quels que soient votre âge et vos occupations, le Dessin deviendra pour vous une distraction passionnante.

En très peu de temps, vous saurez comment croquer une silhouette, une caricature, un bout de paysage et vos tâtonnements timides deviendront des croquis vivants. Quel plaisir vous aurez à suivre chaque jour vos progrès continus dans l'art de dessiner. Essayez : bientôt vous serez vous-même étonné et vos amis le seront encore plus.

GRATUIT: Demandez l'Album offert gratuitement pour vous donner tous les détails sur cette étonnante méthode. Luxueusement édité, il contient 24 pages avec plus de 150 illustrations. C'est un ouvrage captivant qui ferme à lui seul une véritable leçon de Dessin. Pour le recevoir par retour du courrier, envoyez ou recopiez le coupon ci-dessous.

ÉCOLE A.B.C. DE DESSIN (Studio A. 32)	
12, Rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS (8 ^e)	
Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, votre nouvel Album illustré. Ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi.	
NOM
ADRESSE
AGE (pour les moins de 16 ans)
(Il existe un cours spécial pour les enfants)	
Pour la BELGIQUE : 18, Rue du Méridien, BRUXELLES	

d'un modèle de pont en soufflerie dans les laboratoires de l'Université de l'État de Washington. Les essais ont permis de mettre au point un pont stable à des vitesses de 192 km/h. Ceci est rendu possible grâce à certaines particularités intéressantes. Les poutres du tablier qui étaient, dans l'ancien modèle, des poutres à âmes pleines de 2,40 m de haut ont été remplacées par des poutres à âmes en treillis de 10 m de haut. La largeur du tablier a été portée de 12 à 18 m.

Les quatre voies offertes aux voitures sont séparées par des grillages de 1 m de haut, des grillages identiques existent sur les côtés. Leur rôle est de détruire la pression dynamique du vent et de diminuer ainsi les efforts sur le tablier.

Le pont est muni en outre d'absorbeurs de choc puissants installés aux endroits critiques et qui suppriment tout déplacement excessif. En outre, le poids de 12 000 t de l'ancien pont a été porté à 23 000 t.

Les ingénieurs espèrent avoir construit là un ouvrage d'art sur lequel les automobilistes pourront s'aventurer sans risquer d'avoir le mal de mer.

REUSSIR

Pour obtenir une situation lucrative ou améliorer votre emploi actuel, votre intérêt est de suivre les cours par correspondance de l'E.N.E.C. Vous **REUSSIREZ** grâce à des méthodes d'enseignement modernes et rationnelles appliquées par d'éminents Professeurs. Demandez l'envoi gratuit de la brochure que vous désirez (précisez le numéro).

Broch. 66.920: Orthographe, Rédaction.

Broch. 66.921: Calcul, Mathématiques.

Broch. 66.922: Physique.

Broch. 66.924: Electricité.

Broch. 66.925: Radio.

Broch. 66.926: Mécanique.

Broch. 66.927: Automobile.

Broch. 66.930: Dessin industriel.

Broch. 66.933: Sténo-Dactylographie.

Broch. 66.934: Secrétariat.

Broch. 66.935: Comptabilité.

Broch. 66.936: Langues (Anglais).

Broch. 66.937: C.A.P. - B.P. Commerce.

Broch. 66.938: Carrières commerciales.

Broch. 66.941: Cours de révision au baccalauréat 1^{ère} et 2^{ème} parties (2^{ème} session).

Broch. 66.942: Cours de révision Brevet élémentaire et Brevet d'Etudes 1^{er} cycle (2^{ème} session).

**ECOLE NORMALE
D'ENSEIGNEMENT
PAR CORRESPONDANCE**
14, FAUBOURG POISSONNIÈRE, PARIS (10^e)