

Protection contre les chocs de navires dans le projet Euroroute

Autor(en): **Teyssandier, Jean-Paul / Foucriat, Jean-Claude / Blanc, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **55 (1987)**

PDF erstellt am: **02.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-42770>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Protection contre les chocs de navires dans le projet Euroroute

Schutz der Brückenpfeiler gegen Schiffsanprall im Projekt Euroroute

Protection of Piers against Impact of Ships in the Euroroute Project

Jean-Paul TEYSSANDIER

Directeur Technique
GTM - BTP
Nanterre, France

Jean-Paul Teyssandier, né en 1944, est ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Il s'est particulièrement occupé de la réalisation de grands ouvrages, dans l'Administration française, puis dans l'Entreprise.

Jean-Claude FOUCRIAT

Ingénieur en Chef
SOFRESID
Montreuil, France

Jean-Claude Foucriat, né en 1931, a obtenu son diplôme d'Ingénieur Arts et Métiers à l'ENSAM de Cluny (promotion 1949 - 1953). Jusqu'en 1977, sa carrière s'est déroulée en bureau d'études d'entreprise de construction métallique. Il est entré à SOFRESID en 1977. Il s'est occupé de projets de grandes ossatures métalliques dont de nombreux ponts importants.

Pierre BLANC

Directeur Technique
GTM International
Nanterre, France

Pierre Blanc, né en 1927, a obtenu son diplôme d'Ingénieur Arts et Métiers à l'ENSAM d'Aix-en-Provence en 1949. Il a fait toute sa carrière dans le groupe GTM. Durant les vingt dernières années il s'est occupé particulièrement de projets et de réalisations de travaux maritimes et off-shore.

Véronique MULLER

Ingénieur d'études
GTM - BTP
Nanterre, France

Véronique Muller, née en 1959, est Ingénieur civil de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Elle s'est particulièrement intéressée au calcul des appuis des ponts du projet Euroroute.

RÉSUMÉ

Après une brève présentation du projet Euroroute de lien fixe trans-Manche, l'article décrit le système de protection des piles de pont contre le choc de navires importants. Celui-ci se compose d'anneaux en béton de grand diamètre, qui servent également de flotteurs pour la construction des ouvrages.

ZUSAMMENFASSUNG

Nach der Vorstellung des Projektes Euroroute, welches eine feste Verbindung durch den Ärmelkanal beinhaltet, wird das System beschrieben, welches die Brückenpfeiler vor dem Anprall grosser Schiffe schützen soll. Der Schutz besteht aus Betonringen mit sehr grossem Durchmesser, welche auch als Schwimmkörper beim Bau der Brücke dienen.

SUMMARY

In this paper, the Euroroute project for a permanent passage through the English Channel, is outlined. Then, the system of protection of piers against impact from large ships is described. This system consists of large-diameter concrete rings, also used as floaters during the erection of the structures.



1. PRESENTATION DU PROJET

1.1 - Introduction

Dans le cadre du concours lancé par les Gouvernements français et britannique en Avril 1985 pour la traversée de la Manche, le Groupement EUROROUTE remit une offre qui présentait une originalité technique certaine, étayée par des études approfondies.

Le Pas-de-Calais est un bras de mer d'environ 40 km de largeur et d'une profondeur maximale de 60 m au droit du franchissement. C'est la voie maritime la plus circulée au monde. Toutefois la navigation y est très règlementée et, de ce point de vue, plusieurs zones sont définies:

- au centre, sur 20 km de large, règnent les chenaux principaux de navigation, dans lesquels l'établissement de tout obstacle fixe est interdit.
- de part et d'autre de ces chenaux, se trouvent les zones côtières, dans lesquelles des obstacles fixes peuvent être implantés sous réserve de dégager un gabarit minimal de 400 m de large entre appuis.

1.2 - Caractéristiques principales du projet

La liaison routière du projet EUROROUTE se compose:

- d'un tunnel immergé, d'une longueur de 20 km, sous les chenaux principaux de navigation
- de deux ponts, l'un de 10 km dans la zone côtière britannique et l'autre de 7 km dans la zone française
- de deux îles artificielles assurant la liaison entre chacun de ces ponts et le tunnel immergé.

Parmi ces différents éléments, nous allons plus particulièrement nous intéresser aux ponts et à leur système de protection contre le choc des navires.

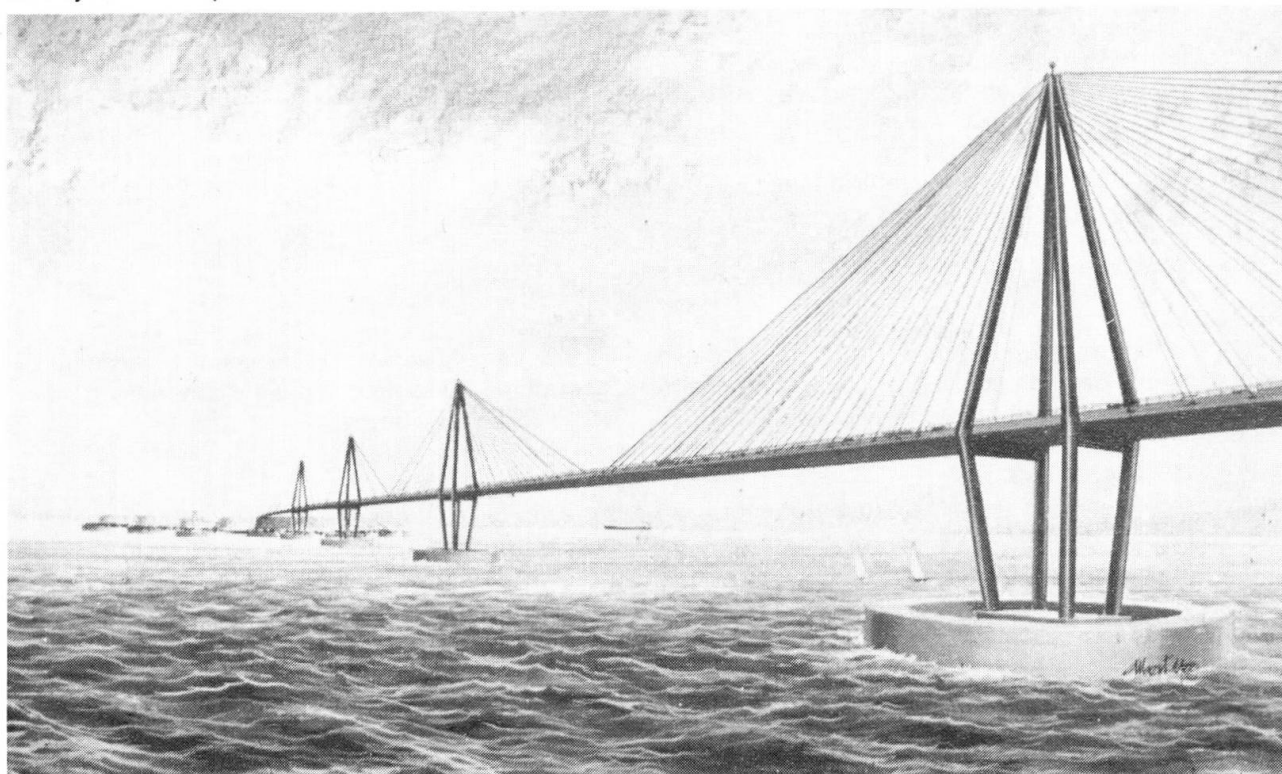


Fig.1 - Vue générale d'un pont

2. PRESENTATION DES PONTS

2.1 - Caractéristiques principales des ponts

Les ponts se présentent comme une succession d'ouvrages à haubans de 500 m de portée. Chacun d'eux se compose de deux parties en porte-à-faux de 218 m, réunies à l'ouvrage voisin par une travée indépendante de 64 m de longueur.

Le tablier est formé d'un caisson métallique rectangulaire de 2,50 m de hauteur et de 22,10 m de largeur.

Les pylônes sont constitués de 4 tubes métalliques de 3,50 m de diamètre remplis de béton, formant une pyramide sur une hauteur d'environ 90 m au-dessus du tablier. Les haubans, ancrés de part et d'autre du tablier, convergent au sommet des pylônes (voir Fig. 2).

Les appuis sont constitués de caissons rectangulaires en béton, de 35 m x 20 m, cloisonnés.

Ces caissons sont directement fondés sur la craie affleurante au fond de la mer. Autour de ces caissons sont disposés des anneaux de protection en béton de 80 m de diamètre extérieur et de 16 m d'épaisseur. Caissons de fondations et anneaux sont lestés par du sable (voir Fig. 3).

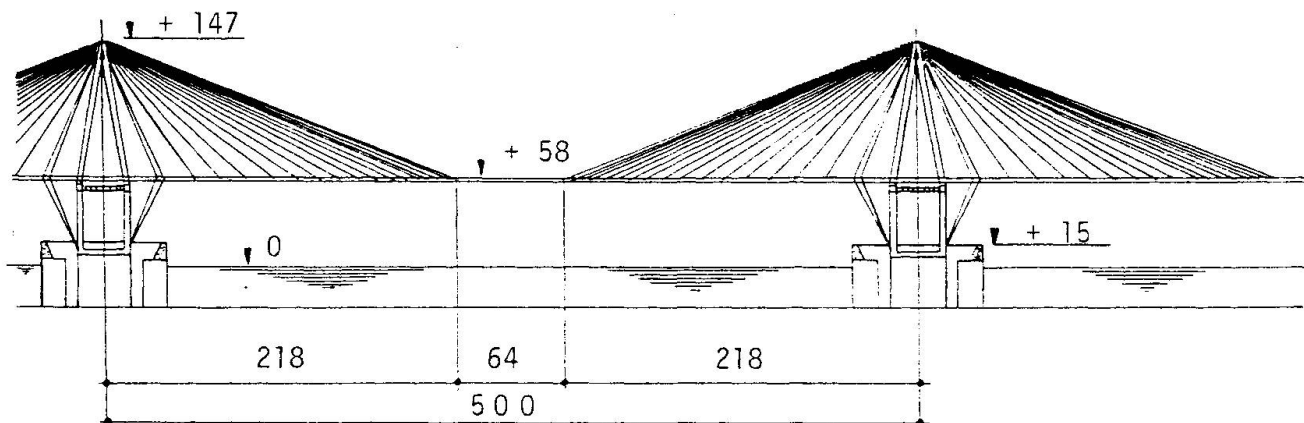


Fig. 2 - Elévation d'une travée de pont

2.2 - Raisons de ces dispositions

Les pylônes assurent à eux seuls la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis de la dissymétrie des surcharges et des efforts du vent. C'est la raison pour laquelle ils présentent 4 jambes convergentes au sommet, ce qui leur assure une excellente rigidité de flexion et de torsion.

De même la suspension latérale des haubans, avec convergence au sommet, assure une excellente rigidité de torsion, nécessaire pour la stabilité aéro-élastique.

L'existence d'une travée centrale diminue les cassures de profil en long aux extrémités des porte-à-faux sous l'effet des surcharges et assure une indépendance totale entre travées, pour éviter un effondrement en chaîne de l'ouvrage.

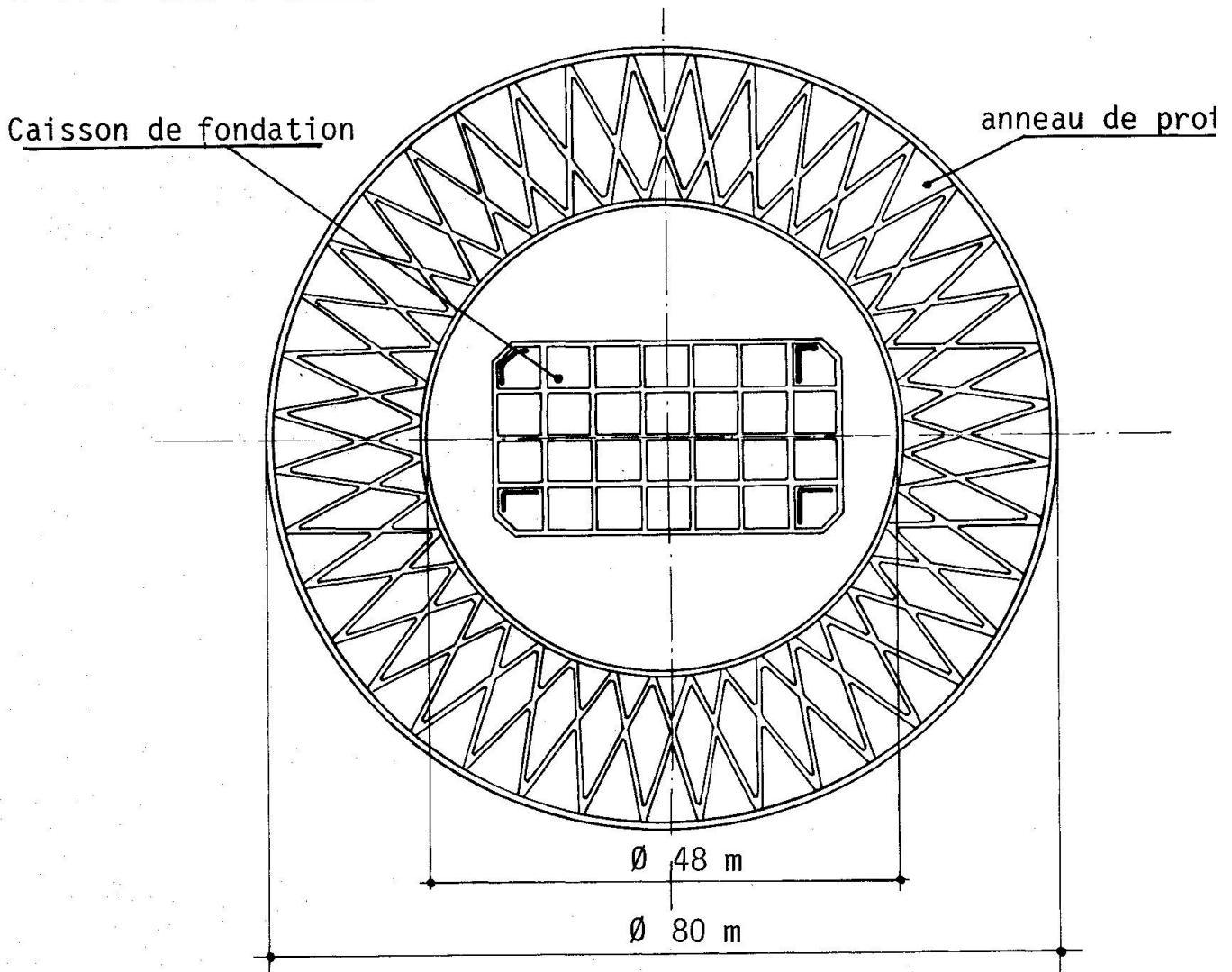


Fig.3 - Caisson de fondation et anneau de protection

3. PROTECTION CONTRE LES CHOCS DE NAVIRE

3.1 - Présentation du problème

Les règles du concours prévoyaient que les obstacles fixes devaient résister au choc d'un navire de 300 000 tonnes lancé à 17 nœuds. C'est la première fois qu'une telle résistance est demandée à des appuis d'ouvrage.

Pour protéger les piles de pont contre des chocs de navires importants on a traditionnellement recours à des remblais. Or dans le cas considéré, la réalisation de tels remblais soulevait deux objections fondamentales:

- la profondeur d'eau et les houles importantes auraient conduit à mettre en place de gros volumes de matériaux, avec des carapaces de protection très importantes. Une telle réalisation aurait été forcément très coûteuse.
- d'autre part l'ensemble de ces îles aurait provoqué une obstruction importante du détroit, modifiant très certainement l'équilibre général des courants marins dans le secteur.

Ces raisons nous amenaient au contraire à concevoir des protections préfabriquées, qui puissent donc être aisément mises en place, et aussi compactes que possible.

3.2 - Estimation des forces d'impact

Pour concevoir de telles structures, il convenait tout d'abord de définir les forces auxquelles elles devaient résister.

Des études, menées en collaboration avec les chantiers navals membres du groupement EUROROUTE (Alsthom côté français, British Shipbuilders côté britannique), ont permis de déterminer la valeur des forces développées lors d'un impact entre un navire et un obstacle fixe, à partir des plans de navires existants.

Dans le cas d'un choc frontal, on a supposé que la totalité de l'énergie était absorbée par écrasement de l'avant du navire. Les études menées à partir de la structure d'un pétrolier existant de 317 000 tonnes de déplacement maximal, ont montré que la force d'écrasement en fonction de la longueur écrasée avait l'allure présentée en figure 4. On voit que celle-ci croît rapidement pour devenir constante et égale à 550 MN. La longueur écrasée, pour une énergie correspondant à une vitesse initiale de 17 nœuds, est de 26 m. Une telle longueur est insuffisante pour atteindre les premiers réservoirs du pétrolier.

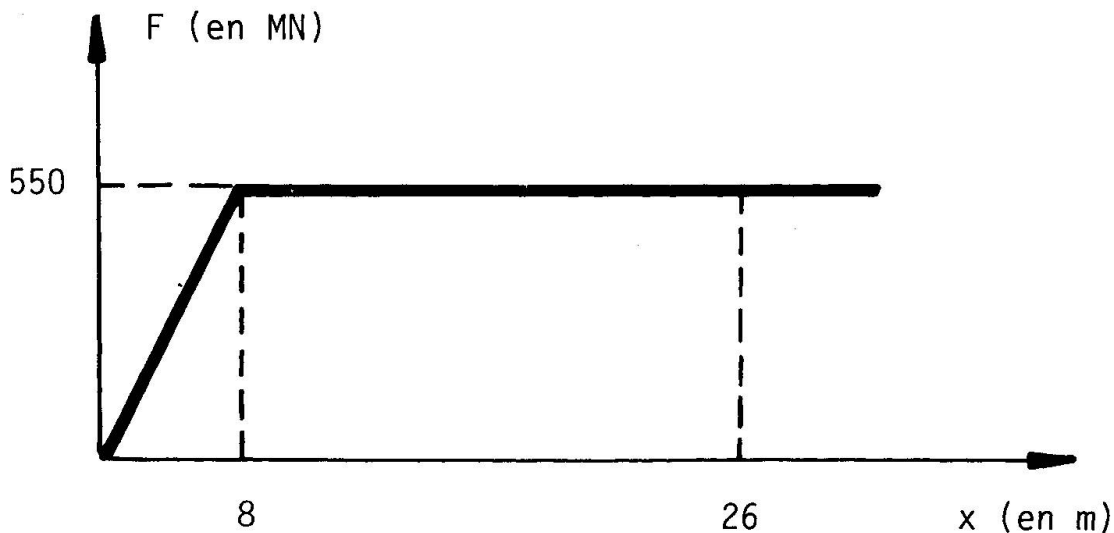


Fig. 4 - Force d'écrasement

Il est à noter que la valeur ainsi trouvée est tout à fait comparable à celle qui est donnée par l'estimation de Woisins.

Il y avait également lieu de considérer le cas d'un navire à la dérive, poussé par le courant et le vent contre une pile et venant heurter celle-ci latéralement à mi-longueur (cas le plus défavorable). Une étude conduite sur le même navire a conclu que, pour une vitesse de dérive de 4,5 nœuds, la force d'impact développée était de l'ordre de 500 MN et que le choc n'entraînait pas la rupture de la structure du navire.



3.3 - Conception de la structure de protection

Il a été décidé dès le départ de séparer les deux fonctions, d'une part appui du pont assuré par le caisson de fondation, d'autre part résistance au choc de navire assurée par l'anneau de protection. L'anneau sert en quelque sorte de structure sacrificielle destinée à être déplacée et même endommagée lors d'un choc important, sans que la fondation de l'ouvrage ait à en souffrir.

Par contre ce choix compliquait sensiblement la structure de l'anneau. Celui-ci est constitué de deux voiles cylindriques, d'un diamètre respectif de 80 m et 48 m, reliés entre eux par des murs verticaux en X. En haut et en bas de l'anneau se trouvent deux couronnes massives en béton. Les forces d'impact sont reprises par les murs verticaux en X et retransmises aux couronnes supérieures et inférieures, qui assurent pour l'essentiel la résistance de la structure à l'ovalisation.

Une étude théorique, menée à partir du diagramme précisé ci-dessus, a montré que l'amplification dynamique en début d'impact reste très modérée.

Le poids des anneaux est tel qu'il ne se produit aucun glissement sur le sol durant l'impact, pour un coefficient de frottement de 0,50.

L'intervalle laissé entre le caisson de fondation et l'anneau permet un léger déplacement de celui-ci, par exemple s'il se produit un choc d'une intensité plus importante.

3.4 - Autre intérêt de l'anneau de protection

Dans le cadre du projet envisagé, il était capital de trouver des méthodes d'exécution aussi peu tributaires que possible des conditions météorologiques et conduisant à un délai global aussi réduit que possible. De ce fait, il apparaissait exclu de construire sur place les 34 travées de 500 m.

Les anneaux de protection ont permis en fait de concevoir une méthode originale résolvant ce problème: il suffisait de préfabriquer dans un site protégé l'ensemble d'une travée haubannée de part et d'autre du pylône, puis de l'amener par flottaison sur l'ensemble caisson-anneau, et enfin de l'échouer à son emplacement définitif.

Des calculs théoriques, ainsi que des essais au Laboratoire National d'Hydraulique de Chatou ont montré la parfaite validité de cette méthode.