Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 51 (1925)

Heft: 24

Artikel: Projet de traversée du Pas-de-Calais au moyen d'une double jetée formant chenal de navigation et viaducs pour routes et voies ferrées

Autor: Jaeger, Charles

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-39549

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

les principes établis, il est préférable, en général, d'opérer d'après un plan plus simple. Par exemple, on pourrait, dans notre cas, travailler suivant le mode indiqué ci-dessus jusqu'à ce que la droite de jonction des points φ fût parvenue sur l'ordonnée *1, 2* et que le débit de la turbine (b) se fût abaissé à 38 m³/sec. A partir de ce point, l'ouverture de (b) serait maintenue invariable jusqu'à ce que la puissance développée par (*a*) se fût annulée, après quoi (*b*) serait de nouveau ouverte en plein et réglée suivant la méthode décrite ci-dessus.

Pendant les périodes de croissance du débit, les courbes seront naturellement décrites en sens inverse de celui qui correspond à la décroissance du débit.

Quelques cas particuliers.

Les considérations précédentes visent le cas général de l'accouplement de deux turbines de dimensions différentes et affectées de courbes du rendement différentes ; envisageons maintenant rapidement comment les choses se passent lorsque deux turbines caractérisées par la même courbe des rendements (même n_s) mais de grandeurs différentes ou deux turbines du même type et de même grandeur travaillent ensemble.

Si les turbines accusent le même rendement pour les mêmes fractions $^1/_1$, $^3/_4$, $^1/_2$ de leur débit maximum, leurs courbes des rendements ont les mêmes ordonnées pour les mêmes fractions du débit et seules les abscisses diffèrent (voir Fig. 2), une des courbes paraissant, par rapport à l'autre, dilatée dans la direction des abscisses. On voit facilement qu'il en est de même, dans les conditions supposées, pour les courbes (φ), car dans l'expression

$$Q\frac{d\eta}{dQ}$$

Q et dQ variant proportionnellement au débit maximum des turbines, le facteur

$$\frac{Q}{dQ}$$

sera le même pour une même valeur de $d\eta$ prise dans la même position sur les deux courbes.

Si on ferme deux turbines de cette sorte à partir de la pleine ouverture de façon que la condition du meilleur rendement soit satisfaite, les horizontales coupent les courbes (φ) en des points qui correspondent aux mêmes fractions de leur débit total individuel : les turbines sont par exemple ouvertes simultanément au $^1/_1$, $^3/_4$ ou $^1/_2$ de leur pleine ouverture. Comme, dans notre hypothèse, les courbes des rendements ont les mêmes ordonnées pour les mêmes fractions du débit total individuel la condition à satisfaire peut aussi être exprimée comme suit : les charges des deux turbines, en fraction de leur pleine charge, doivent être maintenues égales si les deux machines doivent travailler avec le meilleur rendement global.

Sur la figure 2 sont tracées les courbes relatives à deux

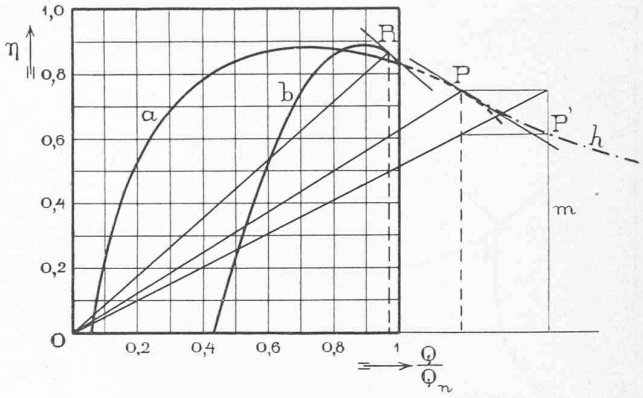

Fig. 3.

Turbine (*a*) : turbine Francis (n_s = 200).
Turbine (*b*) : turbine-hélice (n_s = 700), de même puissance que (*a*).

Pour (*a*) le point *P* correspondant à la puissance maximum est situé en dehors du domaine d'utilisation ; pour (*b*), le point homologue *R* est situé à l'intérieur de ce domaine ; par conséquent, la turbine (*b*) ne devrait pas être ouverte au delà du degré correspondant au point *R*.

turbines Francis de la même série n_s = 200, mais dont l'une est deux fois plus puissante que l'autre. Au surplus, ce diagramme correspond aussi aux conditions de service de trois turbines de même type et de même grandeur puisque la grande turbine peut toujours être remplacée par deux autres, également chargées, de mêmes type et grandeur que ceux de la petite. Il en résulte que trois turbines identiques travaillent dans les meilleures conditions lorsqu'elles sont également ouvertes et chargées.

Bien que, d'après les considérations précédentes, il soit évident que la règle est la même pour le cas de deux turbines identiques, ce corollaire peut être vérifié immédiatement. En effet, comme les courbes (φ) de deux turbines identiques se superposent, les valeurs de φ pour les deux turbines sont les mêmes si, pour les deux turbines, on choisit ce point sur la même branche de la courbe (φ), ce qui correspond à la même ouverture ou à la même charge. Il n'y a aucun avantage à choisir les points à la même hauteur mais sur des branches différentes de la courbe (φ).

Remarque. — La méthode décrite ci-dessus pour la détermination du mode d'accouplement optimum des turbines hydrauliques peut être aussi appliquée, moyennant judicieuse adaptation, à d'autres machines.

Projet de traversée du Pas-de-Calais au moyen d'une double jetée formant chenal de navigation et viaducs pour routes et voies ferrées.

L'orientation actuelle des rapports politiques entre les nations européennes est de plus en plus dominée par des éléments financiers et économiques. Il est fort possible que d'ici peu la question de la jonction de l'Angleterre au Continent soit posée à nouveau et définitivement. Aussi M. *Jules Jaeger* [1],

[1] Le constructeur du barrage de la Jogne et des ponts de Pérolles et de Zæhringen, à Fribourg. *Réd.*

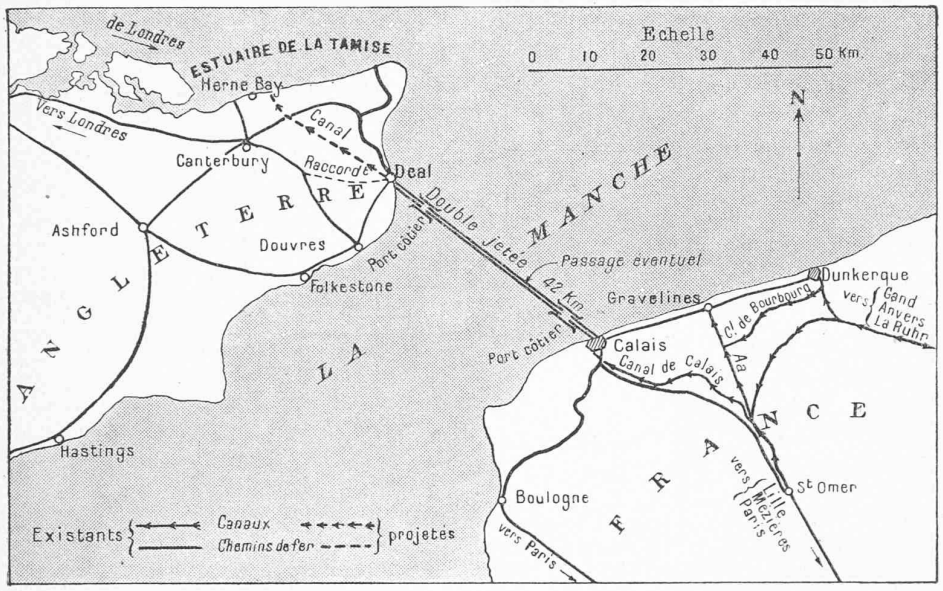

Fig. 1. — Projet de traversée du Pas-de-Calais par une double jetée formant chenal

ingénieur à Fribourg, a-t-il jugé opportun de publier [1] des études entreprises par lui dès 1908, reprises en 1916 et transmises alors aux Gouvernements français et anglais, études qui modifient profondément l'état de la question, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique.

De tous les projets, très divers, présentés comme étant capables de résoudre le problème, un seul avait été reconnu jusqu'à ce jour : celui du tunnel, qui a pris corps dès avant 1870. Depuis lors, le projet n'a subi que des modifications de détail : en fait, on se trouve en face des mêmes difficultés qu'au début. Il s'agit de perforer une couche longue de 40 km., d'une épaisseur supposée de 40 à 60 m., et d'y faire tenir au total 140 km. de galeries à des niveaux variant de +0 à —125 m. (fond des galeries d'évacuation des eaux). Cette couche, inclinée vers l'Est, présente de nombreuses fissures superficielles qui, peut-être, la traversent de part en part. La nécessité de rester dans la partie supposée saine de la couche est absolue, car soit les couches inférieures, soit les couches supérieures, ont été reconnues perméables. La rencontre d'une fissure, que 3000 sondages heureux sur 7000 tentés, n'ont pas nécessairement décelée, peut devenir une catastrophe, car il n'existe pas de méthode technique certaine qui permette d'entreprendre un grand travail sous des pressions dépassant par endroits 12 atmosphères. Il est déjà difficile de travailler à 3 ½ ou 4 atmosphères ! Quant à la méthode d'avancement qu'il y aurait lieu d'adopter, la question est ouverte à nouveau depuis que M. le Professeur Andreae a démontré [1] que le programme élaboré par *A. Sartiaux*, ancien administrateur-délégué de la Compagnie du Chemin de fer sous-marin, est techniquement irréalisable. On proposait récemment l'emploi de « boucliers ». Mais là, encore, se heurtera-t-on à l'impossibilité pratique du travail à l'air comprimé sous de fortes pressions. L'évacuation des déblais au travers des écluses à air comprimé ralentirait encore singulièrement l'avance du front d'attaque. Le coût de l'ouvrage reste donc imprécis : il oscillerait entre 800 et 1000 millions de francs-or, pour deux galeries simples, ceci sans tenir compte des répercussions financières d'une éventuelle invasion des eaux dans les galeries.

Au point de vue économique, il semble que le tunnel atteindrait sa limite de capacité avec le transport de deux millions de passagers et trois millions de tonnes de marchandises, quantités insuffisantes pour avoir une répercussion directe sur l'ensemble des relations de l'Angleterre et du

[1] Voir, en particulier : le « Génie Civil », du 9 mai 1925 ; la « Revue Générale des Sciences », du 15-30 août 1925 ; l' « Anglo-Swiss Commercial Gazette », d'août 1925 ; la « Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines », du 4 septembre 1925 ; etc.

[1] « Schweizerische Bauzeitung », du 7 septembre 1916.

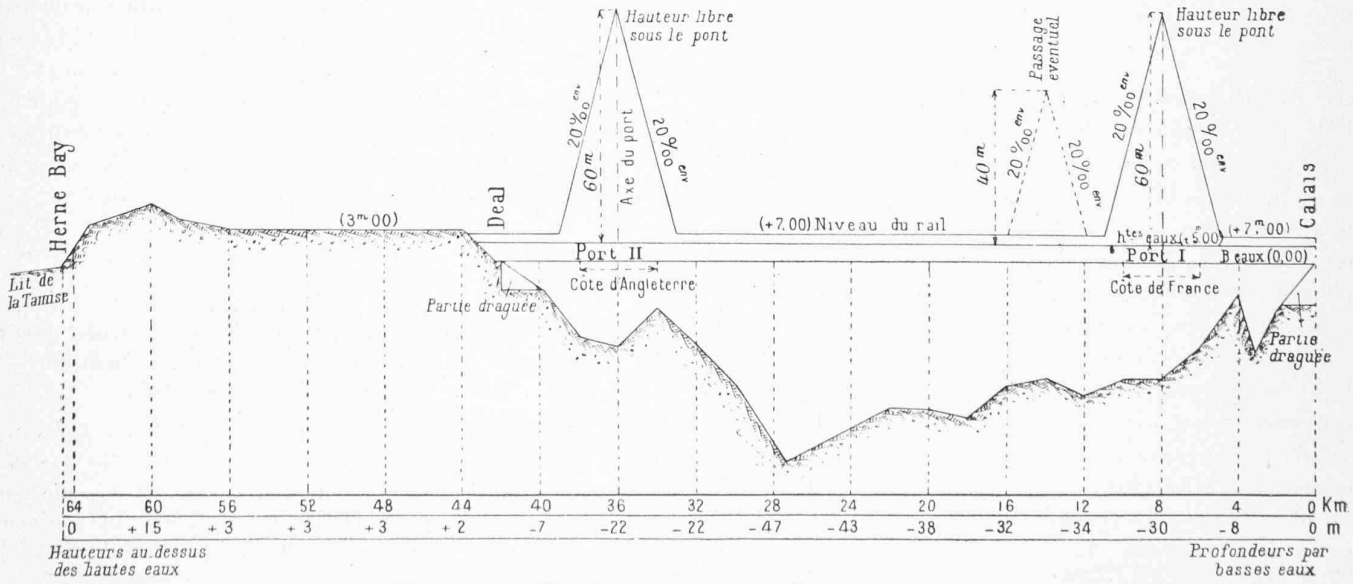

Fig. 2. — Profil en long du tracé du projet de M. *Jaeger*.

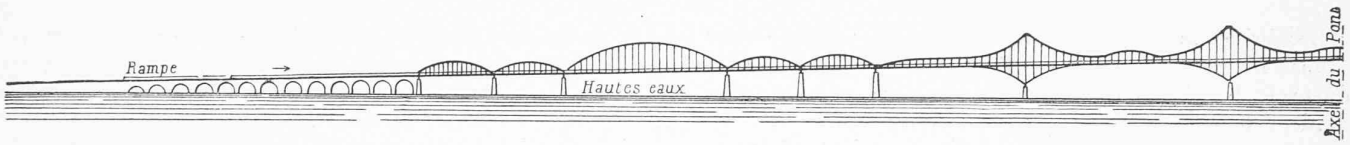

Fig. 3. — Demi-élévation schématique d'un pont traversant un port côtier.

Continent. Selon les déclarations du Président de la *Channel Tunnel C°*, la nécessité d'épuiser continuellement les eaux d'infiltration augmenterait à elle seule les frais d'exploitation de 100 %. Le tunnel serait donc un objet de luxe.

Trouver une solution d'exécution technique sinon aisée du moins sans gros aléas, indépendante de la configuration géologique du fond du Détroit du Pas-de-Calais, une solution facilitant le transport des marchandises pondéreuses, diminuant le fret, multipliant les échanges et supprimant les transbordements, augmentant le trafic franco-anglais, tel est le problème que M. *Jaeger* cherche à résoudre.

Il préconise l'établissement de deux jetées courant parallèlement, à 300 m. l'une de l'autre, des côtes françaises aux côtes anglaises — de Calais à Deal, par exemple — séparées par un bras de mer de 42 km. de largeur. Les jetées supporteraient chacune une double voie ferrée, à laquelle on superposerait une chaussée pour automobiles et camions. Chaque jetée aurait ainsi deux étages et formerait, du côté de la haute mer, une digue infranchissable à la houle et aux tempêtes. La surface d'eau tranquille comprise entre les deux jetées servirait à la navigation, soit par caboteurs, soit par chalands fluviaux, à l'abri de toute perturbation et — en temps de guerre — des attaques des sous-marins. Ces deux jetées seraient interrompues près des côtes par de larges passages permettant la libre circulation des transatlantiques et franchis par des viaducs de grandes dimensions supportant les quatre voies ferrées et la chaussée. La surface d'eau des passages libres demeurerait toujours calme grâce à des brise-lames convenablement disposés en chicane. Il se formerait ainsi, au large de Calais et de Deal, de grands bassins artificiels, très profonds, qui pourraient être l'amorce de vastes ports de mer.

Les détails donnés par l'article cité, du « Génie Civil » précisent certains points d'ordre technique, constructif et maritime. L'auteur, s'appuyant sur des exemples d'ouvrages déjà exécutés, ne voit aucun obstacle insurmontable à la réalisation de son projet. Ni les marées, ni les courants dus aux vents, ni la houle, ni l'ensablement ne seraient à craindre plus que pour n'importe quelle construction de port : les progrès récents réalisés dans les constructions maritimes donnent toute certitude de réussite.

Une étude attentive des phénomènes de houle, vagues et marées, a conduit M. *Jaeger* à la conclusion que le régime nouveau établi par la double jetée ressemblerait beaucoup à celui du Cattégat, à l'entrée de la Baltique, subitement rétréci par l'énorme île de Seeland. Les ports seraient probablement plus tranquilles et plus sûrs que bien des ports d'estuaires. La profondeur du bassin et l'éloignement des côtes basses où les vagues déferlent et où les marées augmentent d'amplitude seraient deux facteurs importants de sécurité, rarement réalisés ailleurs.

Nous ne pouvons que répéter, au sujet de la double jetée, ce qu'un expert compétent, M. *Le Garrec*, disait déjà en exposant un programme d'aménagement du port de Boulogne : « La houle du large, même aux jours où, par vent de Nord-Ouest, elle déferlerait en pleine masse, s'amortirait dans le vaste bassin compris entre les digues, sans créer la moindre agitation à l'extrémité des jetées. On peut prévoir également que la propagation de la marée se faisant d'un mouvement général régulier n'apporterait qu'un courant insignifiant en travers des jetées, permettant de pratiquer l'entrée du port à toute heure, même avec les plus grands bateaux. »

L'infrastructure de la jetée — qui ne descendrait guère au-dessous de 50 m. sous les eaux moyennes [1] — serait constituée par des blocages arasés à la cote — 15 m., donc à une profondeur telle qu'elle n'aurait pas à subir l'influence de la houle et des tempêtes. On échouerait sur ce blocage, soit des caissons en béton armé, amenés par flottaison, soit des gros blocs de béton (400 t.). Les parois de ces blocs seraient verticales et n'offriraient pas de prise à l'action des vagues [2].

La superstructure comporterait, sur chaque digue, deux voies ferrées parallèles dont le niveau serait environ de 1 à 2 m. au-dessus de la cote atteinte par les plus hautes marées. Les voies seraient protégées contre les grandes vagues de la haute mer par un mur ainsi que par une toiture. Cette dernière serait aménagée en chaussée, solution qui place le centre de gravité des charges roulantes le plus bas possible. C'est aussi celle qui offrirait le plus de sécurité tout en étant probablement la plus économique.

Il est nécessaire d'aménager, près des côtes, des passages libres pour des transatlantiques. Le problème qui se pose est double : éviter toute gêne dans le croisement des deux courants de transport Nord-Sud et Est-Ouest, tout en ménageant entre eux des points de contact permettant des échanges. M. *J. Jaeger* fait donc passer voies ferrées et chaussées sur un grand viaduc de dimensions analogues à celles des grands ponts de New-York. Ces viaducs surplomberaient les passages libres à 60 m. au-dessus du niveau des hautes eaux. Les piles reposeraient sur le roc à une profondeur ne dépassant guère 30 m., et les fondations se feraient en eau calme, à l'abri des jetées [3].

[1] La jetée de Valparaiso a 60 m.

[2] Voir à ce sujet l'article de M. *Benezit* dans les « Annales des Ponts et Chaussées » de septembre 1923.

[3] Il existe un projet Schneider-Hersent de viaducs traversant le Détroit : nous concevons difficilement des fondations descendant au-dessous de 50 m. et effectuées en pleine mer.

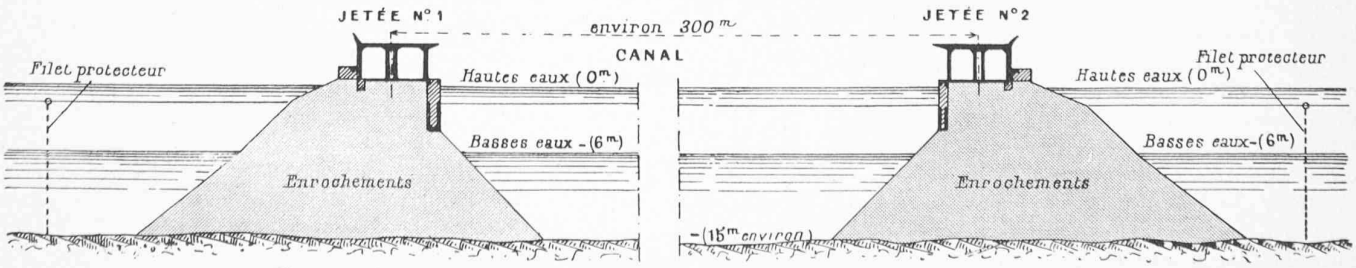

Fig. 4. — Coupe transversale schématique des jetées parallèles délimitant le canal.

Des brise-lames convenablement disposés maintiendraient calmes les eaux des passages libres, assurant la continuité du trafic des chalands. Les ouvertures entre ces brise-lames seraient de 400 à 600 m., suffisant largement au passage des plus gros transatlantiques. Ceux-ci pourraient d'ailleurs faire escale dans les ports qui seraient aménagés entre les jetées, formant une rade vaste et profonde en vue de Calais et de Deal. Ces ports seraient les points de contact très actifs entre les divers modes de transport, à la fois gares de triage, ports de répartition et têtes de lignes transocéaniques ou continentales.

Car il se trouve que la double jetée ne serait que le chaînon principal de plusieurs grandes artères, tant ferroviaires et routières que fluviales et qu'elle entrerait en communication directe avec plusieurs régions d'industrie et de commerce intense, avec plusieurs centres de consommation qui comptent parmi les plus actifs et les plus puissants de l'Europe occidentale.

La plaine de Deal à Herne-Bay, sur la Tamise, serait franchie à la cote + 3,00 m. par un canal de 22 km. de long qui ferait de Londres la tête de ligne du réseau fluvial européen. De Londres partent plusieurs canaux vers Cardiff, Manchester, Liverpool ; leur élargissement s'imposerait peut-être. Au point de vue ferroviaire, Londres est également le point de départ d'un grand nombre de voies importantes qui rayonnent vers tous les centres de l'Angleterre et de l'Ecosse.

Calais et Dunkerque sont têtes de ligne d'un triple réseau de canaux ; l'artère Calais-Paris est, actuellement déjà, la voie d'eau de France où le trafic est le plus intense ; aussi l'Administration a-t-elle décidé de porter son gabarit de 280 à 350, puis à 600 tonnes. L'embranchement nancéen, par l'Oise et l'Aisne, laisse également entrevoir la possibilité de drainer sur le Calais-Deal un important trafic. Cependant, le point essentiel du programme resterait le canal du Nord-Est aboutissant dans la région de Briey. Ce canal, dont le projet date de 1879 et fut repris récemment par les Congrès de navigation intérieure de Rouen et de Lille, permettrait des échanges de minerais lorrains contre de la houille des Midlands ou de Cardiff. La troisième artère assurerait avant tout un trafic de transit. Ce serait le Calais-Dunkerque-Gand-Anvers-Rhin. La seule innovation importante, abstraction faite de l'élargissement des canaux de Dunkerque à Gand, serait la mise en œuvre du canal Anvers-Rhin, prévu par le traité de Versailles. Les ingénieurs allemands achèvent l'agrandissement de la section Mannheim-Passau, les Autrichiens travaillent sur le Haut-Danube. Resteraient donc 66 km. à construire de Calais à Herne-Bay. Londres serait ainsi le point de départ de la plus puissante artère fluviale, longue de plusieurs milliers de kilomètres et capable d'assurer sur tout son parcours la navigation de chalands de 1500 t. Si nous mentionnons que cette voie est presque rectiligne de Birmingham à Budapest, si nous rappelons qu'elle desservirait quatre ports de mer, cinq grandes capitales, les plus puissants ports intérieurs et centres d'industries de l'Europe, on ne peut douter de l'intérêt économique intense que présente la double jetée, considérée comme le dernier chaînon de cette immense voie de pénétration.

Tel est le projet, tels sont ses raccordements, auxquels il y aurait lieu d'ajouter les grandes artères ferroviaires et routières sur Paris, Lille, Cologne, Bâle. Peut-on prévoir dans leurs grandes lignes les répercussions économiques d'un pareil ouvrage ? L'Europe continentale absorbe à elle seule 35,1 % des exportations anglaises, donc autant que l'Empire (37,5 %) (total des exportations en 1922 : 824 275 000 livres sterling). Or, le marché européen est, pour l'Angleterre, beaucoup plus sûr que les marchés extra-européens (les colonies exceptées), qui peuvent tomber sous la dépendance des Etats-Unis. L'Angleterre a donc un intérêt vital à se rapprocher le plus possible de l'Europe, en tant qu'elle est centre de consommation.

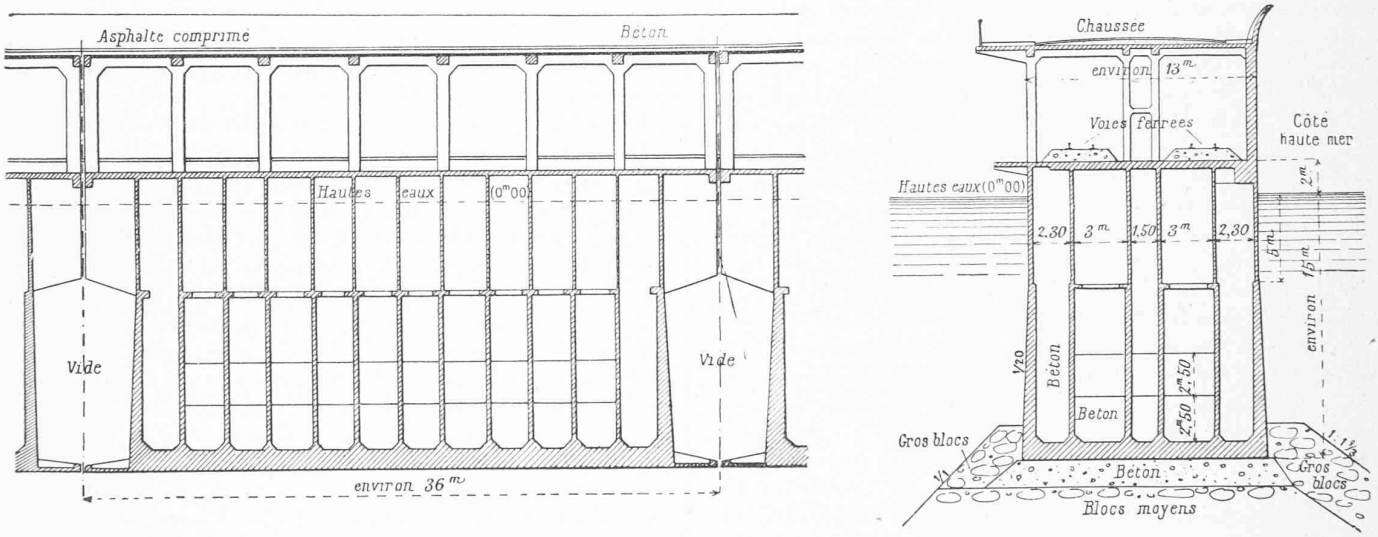

Fig. 5 et 6. — Coupes longitudinale et transversale du profil de jetée (caissons sur enrochements) correspondant aux grands fonds.

L'artère Briey-Londres-Birmingham permettrait d'inaugurer une politique d'échanges de houille anglaise contre du fer français. La France a un déficit annuel de 32 000 000 de tonnes de houille et une surproduction de 10 à 15 millions de tonnes de minerais et 3,5 à 7 millions de tonnes de produits de fonte et d'acier. L'Angleterre se trouve dans une position exactement inverse. Seules, les questions de transport ont empêché jusqu'à ce jour ces échanges. L'Angleterre se fournissait donc en Espagne (minerais) et en Amérique (fer) important de pays lointains environ 7 000 000 de tonnes qu'elle trouverait à meilleur compte dans le bassin de Briey. Aussi, M. *Jaeger* est-il probablement en dessous de la réalité en estimant à 10 000 000 de tonnes le trafic initial de la double jetée. Nous sommes donc loin des chiffres prévus pour le projet du tunnel.

D'après le devis étudié par l'auteur, l'ouvrage coûterait

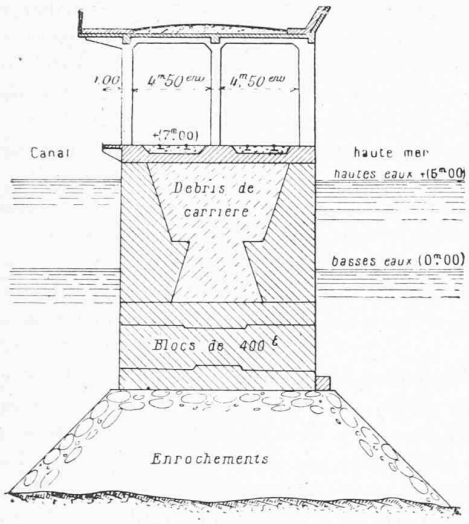

Fig. 7. — Coupe transversale du type de jetée (blocs de béton sur enrochements) correspondant aux fonds moyens.

de 1600 à 1800 millions de francs-or ; il comporterait approximativement, pour une longueur de 42 km. environ, 40 millions de m³ d'enrochements, 10 millions de m³ de béton, 3600 000 m³ de béton armé, plus les viaducs et les installations des ports. En changeant les types de jetées, on peut diminuer soit les enrochements, soit le béton, et chercher la solution la plus économique. La jetée simple ne réaliserait qu'une économie totale de 300 millions de francs-or, probablement moins. L'Allemagne n'a-t-elle pas dépensé 2 milliards de francs-or en 1922, pour ses seuls canaux ?

Nous avons dit que le coût des deux tunnels à simple voie devait être estimé à 800 millions de francs-or, chiffre établi sans tenir compte des possibilités d'infiltration. Même en partant de cette base, la construction d'un tunnel à quatre voies, avec passage pour automobiles, coûterait au minimum 2 milliards de francs-or, c'est-à-dire plus cher que la jetée double.

Leroy-Beaulieu et *Sartiaux* démontraient qu'un trafic de 1 200 000 passagers et de 2 millions de tonnes de marchandises suffirait à payer les intérêts du capital et à amortir le tunnel en 99 ans. Grâce à l'énorme appoint du trafic des marchandises pondéreuses, la jetée double se trouverait dans une situation bien meilleure et, loin de faire concurrence à

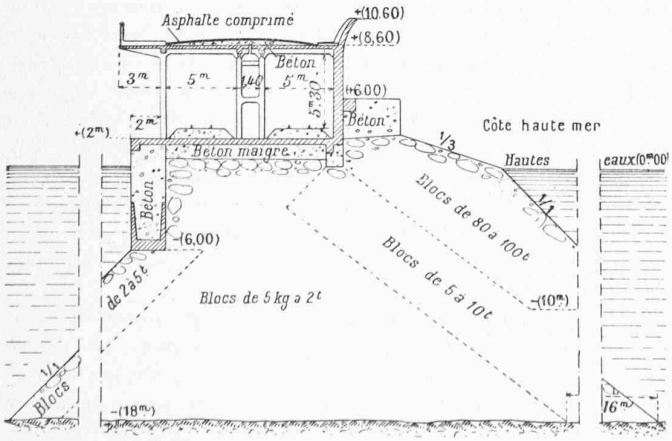

Fig. 8. — Coupe transversale du type de jetée (enrochements) correspondant aux petits fonds.

la marine, elle en favoriserait le développement. De plus, la durée des travaux pour l'établissement d'une jetée serait sans doute moindre que pour le tunnel.

Il est évident que la Suisse ressentirait directement les répercussions d'un semblable ouvrage, tant par l'affluence plus grande des voyageurs que par la baisse des prix de transport sur Londres ; les échanges fluviaux par la voie du Rhin prendraient une importance nouvelle. La suppression d'un seul transbordement équivalant à un parcours fluvial de 200 km. environ, le rayon de pénétration des marchandises augmente en proportion.

L'ensemble du commerce suisse avec l'Angleterre atteint et dépasse même le milliard ; grâce aux économies de transport réalisables par ce projet, les échanges anglo-suisses augmenteraient encore et les marchandises lourdes, exclues des transactions actuelles, pourraient à leur tour figurer soit aux exportations, soit aux importations, ouvrant de nouveaux horizons à l'industrie suisse. L'importance de

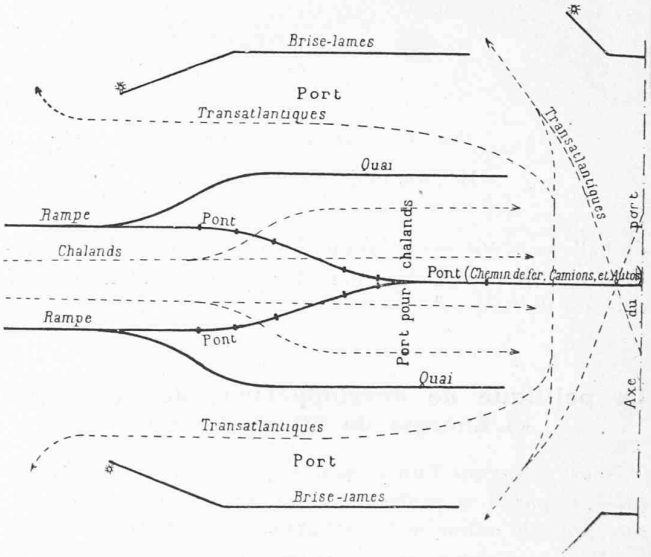

Fig. 9. — Demi-plan schématique d'un port côtier pour les échanges entre la navigation fluviale et la navigation maritime.

la suppression des transbordements avait déjà suscité l'attention des milieux britanniques. L'expert *Sir J. Broodbank* proposait donc l'approfondissement du Rhin en amont de Strasbourg, de façon à y permettre l'accès de navires jusqu'à Bâle. M. *Jaeger*, lui, propose de faire franchir la mer par des chalands, à l'abri des jetées. Le résultat serait le même, mais la solution est plus générale, car le problème se pose identique pour les échanges de Londres avec Paris, Briey et le Danube.

CHARLES JAEGER, *ingénieur E. P. Z.*

Les clichés qui illustrent cette note ont été obligeamment mis à notre disposition par le *Génie Civil*. *Réd.*

Concours pour l'étude d'un hospice orthopédique de la Suisse romande à édifier à Lausanne.

(Suite.)[1]

Projet N° 15 «Juin». — L'entrée de la salle de gymnastique est trop excentrique, sans surveillance, elle devrait dépendre

[1] Voir *Bulletin technique*, du 24 octobre 1925, page 270.