



LES PAROIS ANECHOIQUES : CARACTERISTIQUES ET RESULTATS ENREGISTRES SUR LE PORT OLYMPIQUE DE BARCELONE

E. LANDEL

PRINCIPIA R&D - Port de Brégaillon - 83500 LA SEYNE SUR MER

ABSTRACT

During the studies of hydrodynamic equipments of the wave tank FIRST, a new solution has been obtained to attenuate transverse waves along the lateral wall of the tank. This passive wave breaker is made of a few vertical planes, equally spaced, whose heads are placed along an inclined plane going from the quay to the bassin. This kind of anechoic wall can also be adapted for harbour application, to reduce wave agitation.

The system has been studied to equip the quay of the olympic harbour of BARCELONE. Experimental tests enable to evaluate the coefficient of reflexion of incident wave and the forces applied on the system.

The anechoic wall was built in concrete and is completely integrated in the quay.

1. INTERET DES PAROIS ANECHOIQUES

Dans le cadre de la conception du Bassin de Génie Océanique FIRST, l'utilisation de parois anéchoïques performantes était rendue indispensable du fait des dimensions de la cuve et de la nature des écoulements qui y sont reproduits.

En effet, cette installation expérimentale doit permettre de générer simultanément des houles et des courants suivant leur direction longitudinale et sur toute leur largeur. Aussi, une optimisation des dimensions de la cuve impliquait nécessairement d'équiper les parois latérales avec un système absorbant les ondes transverses diffractées-radiées par les maquettes sans provoquer de perturbation des houles longitudinales et du courant.

Différents systèmes ont déjà été expérimentés dans des bassins d'essais possédant des caractéristiques semblables :

Jiin-Jeen-Lee (1) a utilisé un système composé de toiles tissées dans une installation de petite dimension du Californian Institute of Technology. Ce dispositif possède des propriétés intéressantes mais pose des difficultés de montage sur une installation de grande dimension. Fryer et Mitchell (2) ont récemment testé ou développé différents systèmes : pentes inclinées, baffle de section en V, écran perforé, cavité absorbante.

Parmi toutes ces grandes classes d'absorbeurs, aucune ne permettait de satisfaire complètement les impératifs d'atténuation des houles transverses, compte tenu des spécificités de l'installation.

Des travaux de recherche menés sous la direction du Professeur P. GUEVEL ont permis d'aboutir à la conception d'un système constitué de plans minces verticaux.

De par sa constitution, ce dispositif avait de toute évidence la propriété d'être transparent aux écoulements qui lui sont latéraux. Par contre, ses performances dissipatives pour des ondes se propageant normalement à sa surface, devaient être évaluées et optimisées en fonction de ses caractéristiques dimensionnelles. Une campagne d'essais dans le canal à houle de la Société OCEANIDE a permis d'aboutir à un concept utilisant un nombre relativement élevé de plans verticaux (10 au total) mais produisant un coefficient d'atténuation très important (de l'ordre de 0,9).

Ce dispositif assez sophistiqué, conçu pour une installation expérimentale de grande qualité, se révélait inadapté à des applications plus rustiques. Pourtant, il existe de nombreux cas où des plans d'eau intérieurs pourraient être tranquilisés en équipant les quais et les berges de systèmes dissipatifs.

Il existe d'ores et déjà des systèmes de ce type dont celui connu sous le nom de "Mur Jarlan" (32), (4).

Nous avons alors entrepris d'adapter les principes des absorbeurs latéraux pour bassins de houles à des parois anéchoïques pour les ports. Il fallait essentiellement trouver un compromis entre des performances d'atténuation élevées et des méthodes de fabrication ainsi qu'un coût de réalisation adapté au contexte des aménagements portuaires.

Or, des études d'agitation du port du village olympique de Barcelone réalisées par PRINCIPIA, grâce à un modèle numérique aux éléments finis, avaient montré que le bassin de grande plaisance était fortement agité du fait de la présence de quais verticaux, parfaitement réfléchissants pour les houles.

Ce site a donc été retenu pour tester l'application des parois anéchoïques sur des ouvrages portuaires.

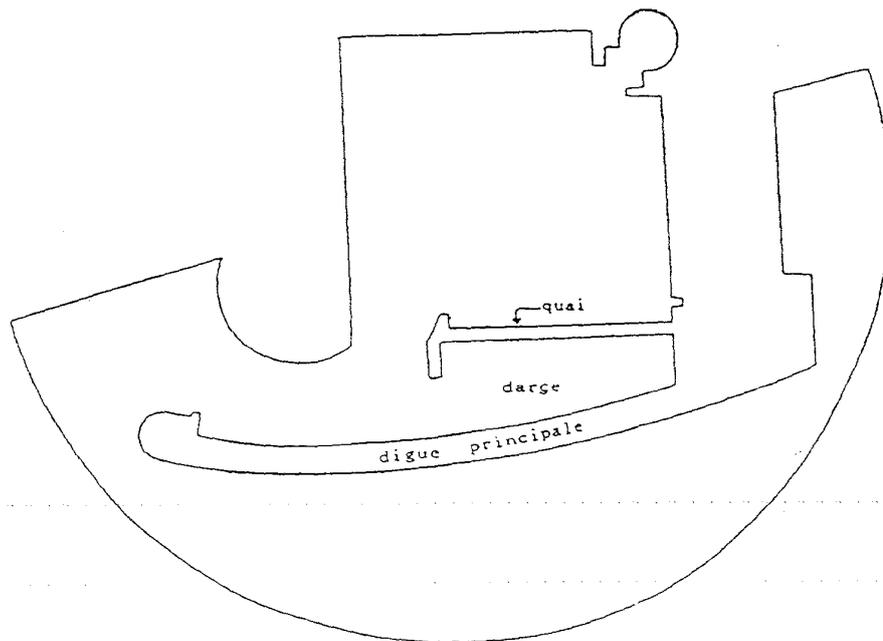


Fig. 1 : Vue générale du Port Olympique de Barcelone

2. PRINCIPE DES PAROIS ANECHOIQUES

Les parois anéchoïques sont constituées de plans verticaux parallèles aux lignes de crêtes des houles, les arêtes supérieures étaient positionnées sur une courbe montante vers le quai.

Le mécanisme principal de ce dispositif repose sur une dissipation visqueuse de l'énergie de la houle. Les arêtes de chaque plan forment autant de singularités de l'écoulement autour desquelles se créent des détachements tourbillonnaires.

De plus, le fluide contenu entre deux plans parallèles n'oscille que faiblement suivant la direction verticale : ceci étant en partie dû aux effets inertiels.

Le dispositif s'apparente alors à un escalier, dont les marches sont constituées par les plans verticaux et les masses d'eau qu'elles contiennent.

Il agit ainsi comme une remontée des fonds, provoquant le déferlement.

Ces phénomènes physiques, assez semblables à ceux mis en oeuvre lors des déferlements de houles sur des plages, sont difficiles à appréhender par des méthodes théorique et numérique.

3. MISE EN OEUVRE SUR LE PORT OLYMPIQUE DE BARCELONE

L'application du procédé des parois anéchoïques à la réduction du coefficient de réflexion des quais d'un bassin portuaire, repose sur la réalisation d'un compromis : la réflexion des ondes sur les parois doit être minimale pour un encombrement le plus réduit possible.

Plusieurs paramètres conditionnent le résultat final :

- P_{sup} : la pente de la droite passant par les extrémités supérieures des plaques verticales,
- d : écartement des plaques,
- h : tirant d'eau des plaques.

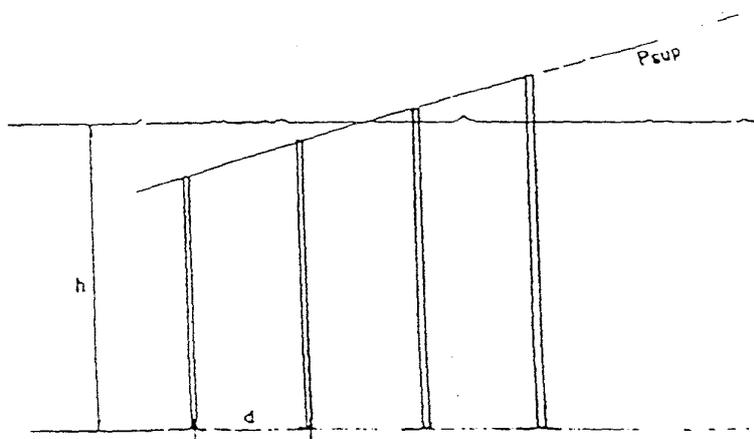


Fig. 2 : Schéma général des parois anéchoïques

Les essais sont réalisés dans le canal à houle de la Société OCEANIDE à la Seyne s/Mer à l'échelle du 1/10ème. Ce canal de 20 mètres de long, et de largeur 1m est équipé d'un générateur de houle avec flotteur oscillant horizontalement. Le fond du canal est équipé d'une plage représentant l'évolution des fonds de 1,08m à 0,6m.

Les houles générées sont régulières, les périodes testées sont comprises entre 2.5s et 7s.

Un couple de sondes limnimétriques est placé en amont du dispositif, afin de déterminer les amplitudes des ondes incidentes et réfléchies.

Les efforts horizontaux s'exerçant sur les plaques sont mesurés à l'aide d'une balance dynamométrique.

Après différents essais paramétriques, une configuration optimale a été obtenue, en retenant cinq plaques, avec :

P_{sup} : 0,3
 h : 1,5 m
 d : 0,68m

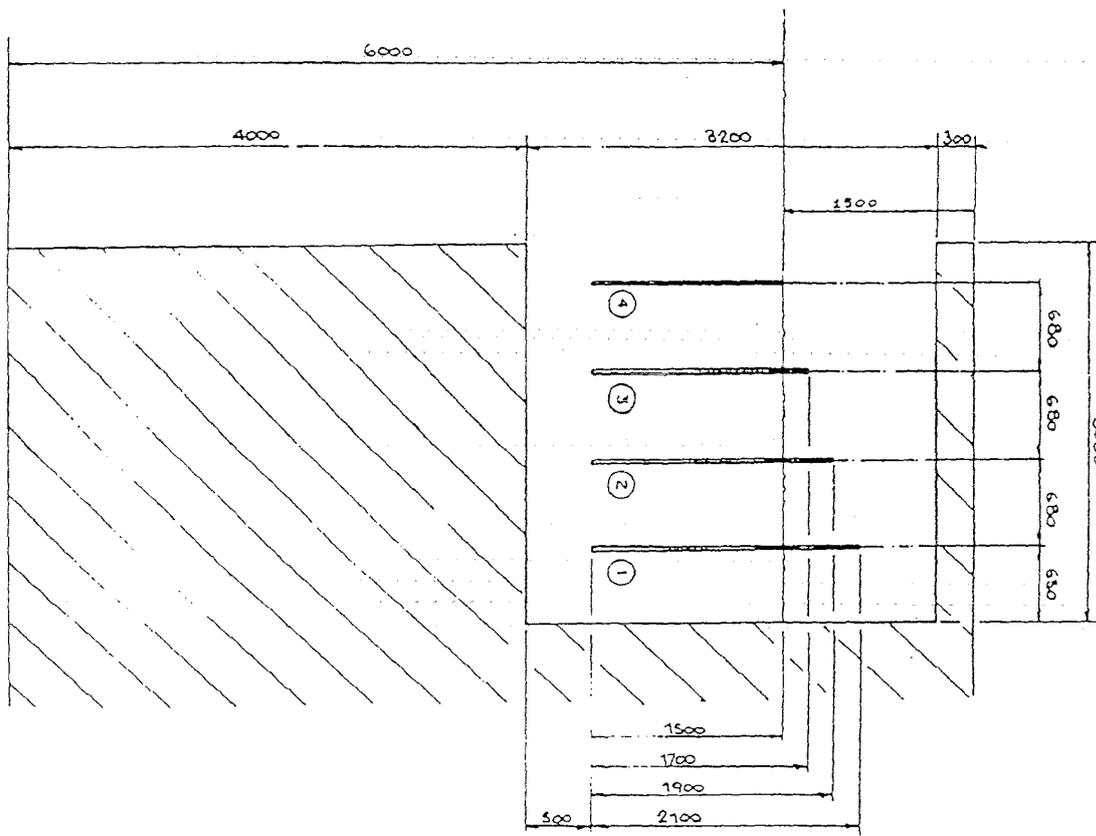


Fig.3 : Schéma de la configuration optimale de la paroi anéchoïque du Port Olympique de Barcelone

Les résultats obtenus pour ce système sont présentés sous forme d'un coefficient de réflexion :

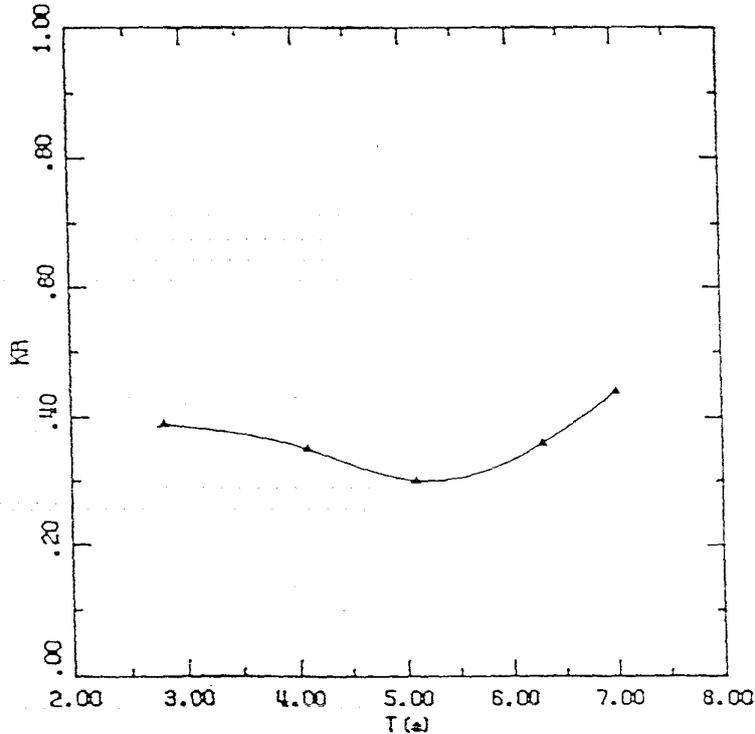


Fig.4 : Coefficient de réflexion

Le dispositif présente donc une forte capacité d'absorption du clapot, sur la houle de période allant de 3 à 7s. En effet, plus de 80% de l'énergie de la houle incidente est dissipée.

Les efforts horizontaux maximaux ont été obtenus pour une houle de période 7s et d'amplitude 1m.

Un échantillon du signal des efforts horizontaux montre que les valeurs maximales des efforts sont atteintes pour des pics de courte durée correspondant aux impacts provoqués par les vagues venant se briser sur les plaques.

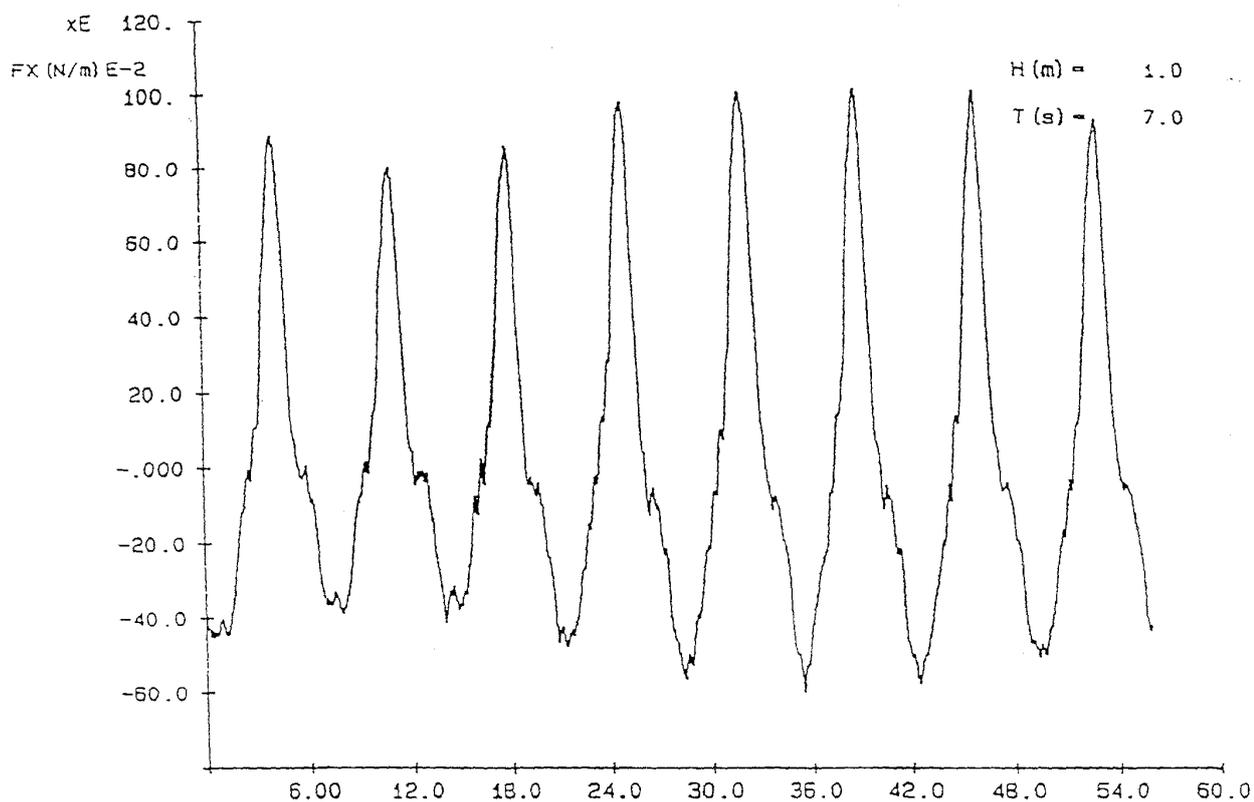


Fig.5 : Efforts horizontaux

4. MISE EN OEUVRE DES PAROIS ANECHOIQUES SUR LE PORT OLYMPIQUE DE BARCELONE

Les parois anéchoïques ont été implantées pendant la phase de construction du port, ce qui a facilité leur mise en œuvre et leur intégration dans les quais. La fabrication en béton armé était donc particulièrement adaptée.

Des alvéoles sont constituées par des épis possédant des rainures dans lesquelles les plaques viennent se loger. L'ensemble est ensuite recouvert d'une dalle pour permettre un accès au quai et ne gêne en aucune façon son usage.

Ces alvéoles sont de dimensions très réduites puisqu'elles viennent se loger dans des cubes de 3m de côté environ. Il n'est donc pas nécessaire d'équiper le quai sur toute sa hauteur, (6m dans le cas présent), mais seulement dans sa partie supérieure.

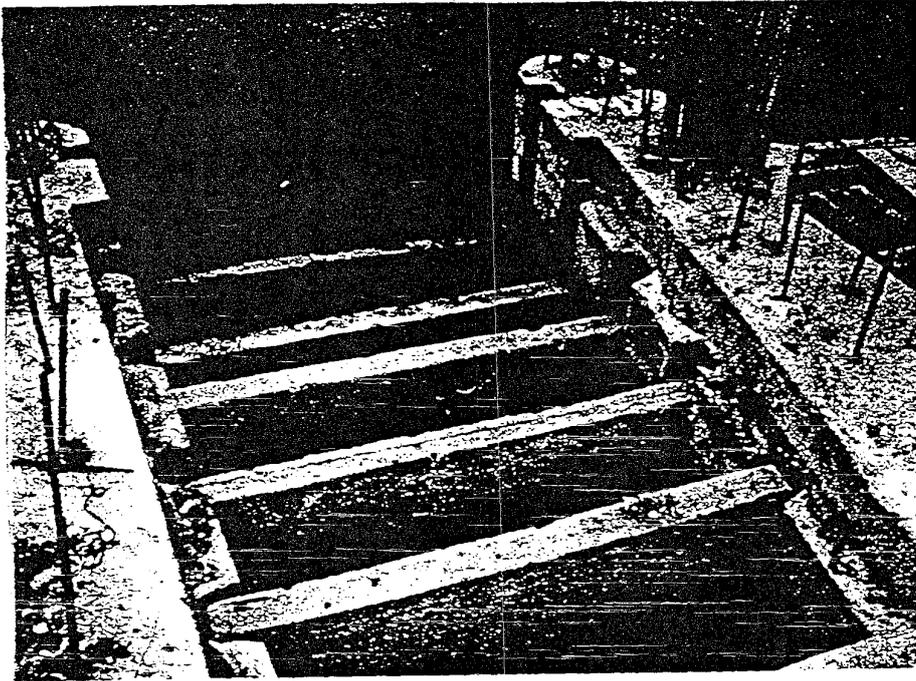


Fig.6 : Implantation du dispositif le long du quai du port olympique de Barcelone.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Jlin-Jeen-Lee "Wave induced oscillations in harbours of arbitrary shape", Caltech report 1969
- (2) Fryer-Mitchell "A wave absorber for ship tank and seakeeping model test bassins", Shipbuilding Progr. 38 - n° 416, Mai 1991.
- (3) JARLAN "A perforated vertical wall breakwater" The dock and harbour Authority - Vol. XII N° 486 Avril 1961.
- (4) TERRETT, F.L. OSORIO, J.D.C. and LEAN G.H. "Model studies of perforated breakwaters", Proc 11th Conf. on Coastal Engineering-Vol. II 1968.