

North Sea oil storage island Based on Canadian design

One of the world's largest artificial oil storage islands is being installed in the oil-rich Ekofisk area in the Norwegian sector of the North Sea, about 200 miles southwest of Stavanger, Norway. The construction of this unique \$25,000,000 storage unit resulted from an unusual combination of international contributions. The island is owned and financed by a group of oil companies representing five countries. Phillips Petroleum Company, Bartlesville, Oklahoma, U.S.A., is operator for the group. The island was designed and built in Norway by a French company under sub-license from a Canadian company and it is based on a National Research Council of Canada invention — the Jarlan perforated breakwater.

The tank, which has a storage capacity of one million barrels of crude oil, is to be towed to the Ekofisk area in the spring of 1973 where it will be linked to production wells in this vast offshore oil field. Partly immersed in 230 feet of water, the structure consists of a concrete breakwater of the perforated caisson type which encompasses internal concrete tanks. Its outer shape is that of a "round square" with a section base of 302 feet by 302 feet. The perforated breakwater is 269 feet in height and the storage tank is 295 feet high. The tank is partitioned into nine compartments and rests on the bottom of the North Sea and extends 65 feet above sea level. Decks atop the tank provide additional space for oil and gas separating and handling equipment.

The storage tank's design was based on a perforated breakwater developed by G. L. E. Jarlan, D.Sc., a former research physicist with the Hydraulics Laboratory of the Division of Mechanical Engineering of the National Research Council of Canada. It has been patented by Canadian Patents and Development Limited, a subsidiary of NRC responsible for patenting and licensing government inventions.

The Jarlan breakwater was first constructed in 1962 at Baie Comeau, Quebec, by the Federal Department of Public Works. Since then, perforated breakwaters have been built at Chandler Harbor (1970), Quebec, and Roscoff Harbor (1972), in France. The breakwaters have been successful in all three harbor locations. Their unique design prevents high waves, except those produced by very severe storms, from pouring over the top of the breakwater. This makes it possible to use the opposite side of the structure as a wharf and quiet harbor for ships.

The North Sea is one of the world's roughest and the Phillips Norway Group called for tenders for a storage tank that could endure the high seas and allow oil production to continue even when the regular loading of tankers was interrupted.

Mr. Jarlan and the French company, C. G. Doris, (Compagnie Générale pour les Développements Opérationnels des Richesses Sous-Marines), submitted designs and quotes to the Phillips Norway Group. Mr. Jarlan acts as a consulting engineer for C. G. Doris, which is a sub licensee of Portocan Limited, a Canadian company set up by Mr. Jarlan. The company and Mr. Jarlan hold the original license from Canadian Patents and Development Limited.

The contract was awarded to Doris in July, 1971, and construction began in the fall of 1971, in Stavanger, Norway, 200 miles from the Ekofisk drilling site. The C. G. Doris storage tank projected a safe design for the two worst conditions of service: the hydrodynamic condition during towing and installation and the exposure to severe storm conditions while in use.

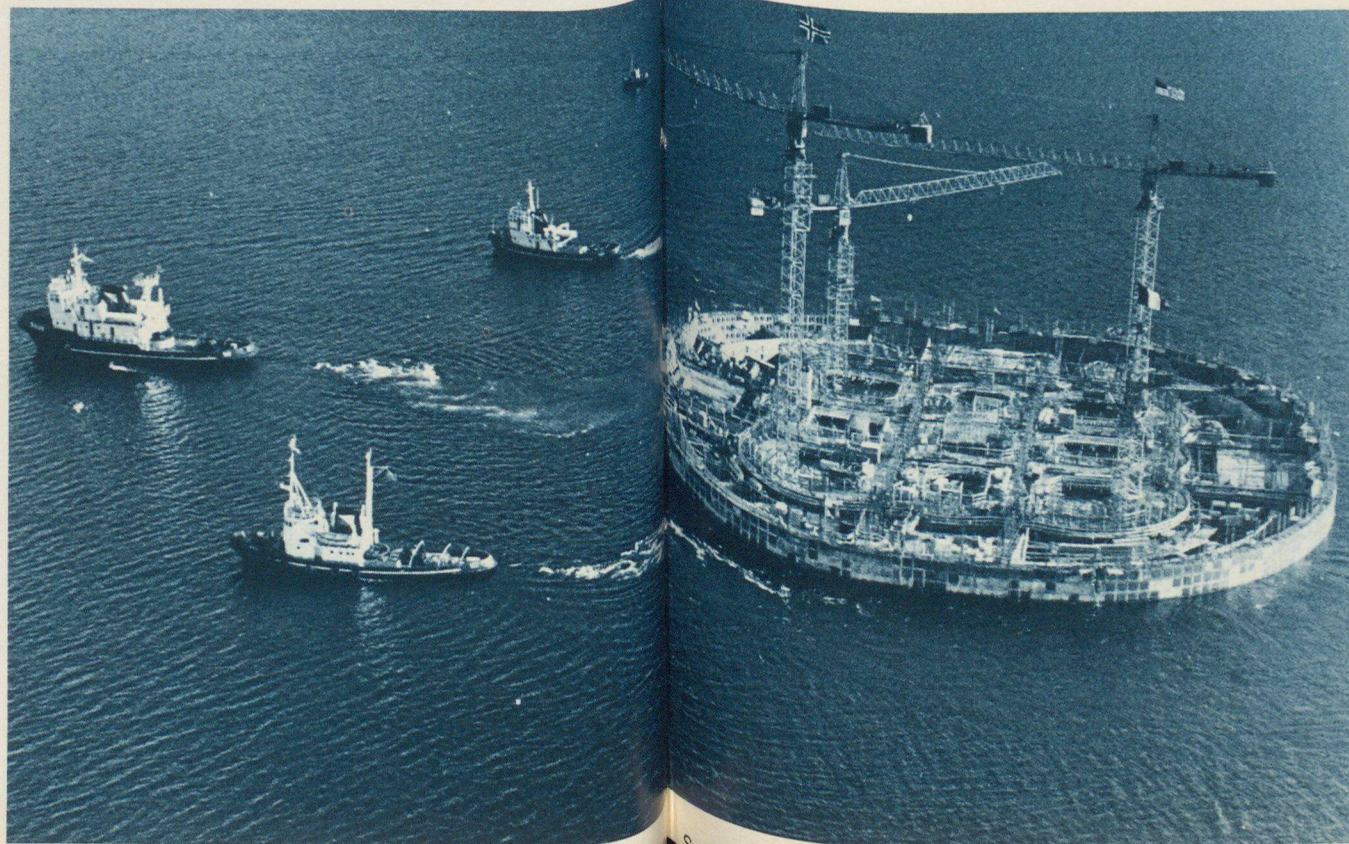
The perforated outer wall of the storage tank allows waves to flow through holes in the prestressed concrete instead of

smashing against a solid structure. Only a portion of the imp force of a wave is reflected initially. Most of the wave's energy flows through the holes of the perforated breakwater into a chamber where it is absorbed by friction and turbulence. The wave itself raises the level of the water in the chamber. Part of the force of the next oncoming wave is dissipated by counterwave which flows back out from the chamber between the storage tank and the wall. Thus, the constant rise and fall of wave energy is reduced to a level that saves the inner storage tank from being battered by the brutal North Sea waves, which can reach a height of more than 75 feet (trough to crest). About 60 per cent of the total wave energy is dissipated in the chamber between the perforated breakwater wall and the storage tank.

The "draw-in" effect of the perforations also tends to decrease the wave reflection at the wall. In the conventional solid breakwater wall design a wave vortex is created which curves down the base of the wall and out over the sea floor. This action scours sand away from the foot of the wall and weakens the foundation of the breakwater, causing dangerous stresses in the structure. In the case of the NRC breakwater, the permanent vertical velocity profile superimposed on the oscillatory motion at the wall is such that a mass transport takes place at the free surface, away from the structure. Because of continuity, this current is compensated by a bottom return flow which tends to upset scouring effects.

The floating raft being towed and then moored in deep water near Stavanger coast.

• L'île artificielle en cours de remorquage.



S/D 1973/2

La contribution canadienne au stockage du pétrole en Mer du Nord

Le côté original de cette île artificielle de stockage du pétrole est une digue perforée mise au point par G.L.E. Jarlan, D.Sc., anciennement physicien au Laboratoire d'hydraulique de la Division de génie mécanique du Conseil national de recherches du Canada. Cette digue a été brevetée et le brevet appartient à la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée, filiale du Conseil national de recherches; cette société a pour mission de prendre des brevets et d'accorder des licences pour les inventions faites dans les laboratoires relevant du gouvernement fédéral.

Une digue du type Jarlan a été construite pour la première fois par le Ministère fédéral des travaux publics en 1962, à Baie Comeau, dans la province de Québec. Depuis cette époque, des digues à parois perforées ont été construites en 1970 à Chandler Harbor, dans la province de Québec, et en 1971 à Roscoff, en France. Grâce aux perforations, les hautes vagues venant de l'océan ne peuvent sauter par-dessus la digue sauf si les tempêtes sont extrêmement violentes. En outre, il est possible d'utiliser le côté à l'abri comme quai en eaux calmes.

On sait que les tempêtes en Mer du Nord sont parmi les plus violentes du monde et c'est la raison pour laquelle le groupe Phillips Norway a lancé des appels d'offres pour contruire un parc de stockage pouvant résister aux plus mauvaises mers sans que l'on ait à interrompre le remplissage et même si le mauvais temps interdit de charger les pétroliers.

M. Jarlan et la compagnie française C.G. Doris (c'est-à-dire la Compagnie Générale pour les Développements Opérationnels des Richesses Sous-marines), ont fait des propositions au groupe Phillips Norway. M. Jarlan est ingénieur-conseil pour la compagnie C.G. Doris qui est sous-licenciée de Portocan Limited, compagnie canadienne créée par M. Jarlan. La compagnie et M. Jarlan sont détenteurs de la licence accordée par la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée.

Le contrat a été accordé à la compagnie Doris en juillet 1971 et la construction a commencé en automne à Stavanger, en Norvège, à 200 miles des puits d'Ekofisk. La compagnie Doris a calculé cette île pour qu'elle soit sûre dans les deux plus mauvaises conditions de service: les conditions hydrodynamiques durant le remorquage et la mise en place et l'exposition aux tempêtes violentes durant l'utilisation.

Grâce aux perforations de la digue en béton précontraint, les vagues venant s'écraser sur la paroi extérieure ne trouvent pas une surface continue mais, au contraire, des passages permettant à de grandes quantités d'eau de s'écouler dans l'espace compris entre la digue perforée et les réservoirs. Ainsi une grande partie de l'énergie d'impact est sans effet sur la digue et se trouve absorbée par frottement et par turbulence dans cette sorte d'espace de tranquillisation. En même temps, le niveau des eaux augmente dans cet espace ce qui fait que ces masses d'eau en surplus ont tendance à s'écouler par les trous vers la mer lorsqu'il y a un creux à l'extérieur de la digue. Au moment où la vague suivante arrive, ces eaux sortant des perforations l'amortissent et tendent ensuite à retourner dans l'espace de tranquillisation sous l'action de la vague. Ces espaces, ou chambres de tranquillisation dans le cas de digues couvertes, sont en fait des régions de dissipation partielle de l'énergie des vagues incidentes (jusqu'à 60% environ) de sorte que les réservoirs à l'intérieur de l'île artificielle se trouvent bien protégés contre les plus mauvaises mers dont les vagues atteignent parfois 75 pieds de hauteur en Mer du Nord. Dans le cas d'une digue ordinaire, les tempêtes engendrent