

Ouvrages du génie civil français dans le monde

Plates-formes pétrolières de haute mer en béton

Ouvrages en haute mer



Brent C (Royaume-Uni)



Frig TP1 (Norvège)

Lucien Pliskin
Ingénieur de l'École Centrale de Paris
IESF Comité génie civil et bâtiment

Les plates-formes pétrolières de haute mer en béton

Les années 1960 ont été, pour l'industrie pétrolière, celles de la prise de conscience de l'importance des réserves pétrolières existant sous les fonds marins en haute mer. Afin de permettre l'exploitation de ces gisements prometteurs, les sociétés Total et Elf ont demandé aux Engineerings et aux Entreprises de Travaux Publics français de leur proposer des structures susceptibles d'être utilisées à la fois comme plate-forme de production et comme réservoir de grande capacité, le remport du pétrole n'étant alors envisagé que par bateau.

Pour répondre à cette demande, les bureaux d'études CG Doris et Sea Tank Co sont créés vers la fin des années 1960. La société Doris Engineering, succédant à CG Doris, est fondée par la SOFRESID, les entreprises de Travaux Publics Grands Travaux de Marseille (GTM) et Dumez et une SCI composée d'ingénieurs de CG Doris. La société Sea Tank Co est fondée par le groupement des entreprises de Travaux Publics Ballot, Dumez, Sainrapt et Brice et Société Générale d'Entreprises (SGE).

Ces engineerings seront les créateurs d'un nouveau concept de structure de génie civil : les plates-formes pétrolières offshore gravitaires en béton armé et précontraint. Ces structures qui reposent sur le fond marin sont dites gravitaires parce que leur résistance aux actions des vagues, des courants et des vents de haute mer est assurée par leur seul poids propre. Elles sont constituées par un caisson de grandes dimensions, assurant le rôle de réservoir, dans lequel s'encastrent une ou plusieurs tours émergentes supportant un pont de production placé à une hauteur suffisante pour échapper aux effets des vagues. Les plates-formes flottantes semi-submersibles constituent une variante adaptée aux grandes profondeurs. Ancrées au fond par câbles, leur flottabilité est principalement assurée par un caisson immergé en béton sur lequel s'encastrent une ou plusieurs tours émergentes supportant un pont de production.

Construites sur des sites adaptés, en bord de mer, ces plates-formes sont ensuite remorquées en haute mer jusqu'au lieu de production puis, pour les plates-formes gravitaires, immergées de façon à se poser sur le fond de la mer préalablement aplani ou, pour les plates-formes semi-submersibles, ancrées au fond.

Les plates-formes gravitaires en béton sont les plus grandes structures mobiles artificielles jamais réalisées dans l'histoire.

Les premières plates-formes, destinées à l'exploitation pétrolière en Mer du Nord, ont été construites à partir des années 1970. La première, conçue par Doris, a été mise en place en 1973 sur le champ d'Ekofisk.

Elles reposent sur le fond marin par des profondeurs de 100 à 150 m. Elles doivent pouvoir résister aux actions de vagues de 30 m de hauteur. La plate-forme Hibernia, mise en place au large du Canada en 1997, doit en outre pouvoir résister aux chocs d'icebergs de 8 millions de tonnes provenant de l'Arctique en se déplaçant à une vitesse d'environ 1,5 nœud (~3 km/h).

Conçues par Doris et Sea Tank Co depuis la fin des années 1960, les premières plates-formes de la Mer du Nord ont été réalisées en Ecosse par des entreprises anglaises ou en Norvège par des entreprises norvégiennes pour le compte des compagnies pétrolières françaises (Total et Elf), américaines (Philips, Shell, Chevron, Mobil, ...) et norvégiennes (Norsk Hydro) possédant les droits d'exploitation.

Le concept a ensuite été repris par des entreprises norvégiennes qui ont réalisé plusieurs plates-formes en Mer du Nord pour le compte de Norsk Hydro.

Le portail récapitule les principales caractéristiques de ces plates-formes et les illustrent par des photos.

Lucien Pliskin 6/5/2012

1973. EKOFISK CENTER Mer du Nord, au large de la Norvège



Photographie : Philips Petroleum

Plate-forme gravitaire offshore en béton armé et précontraint reposant par 71 m de profondeur.

Béton de structure 75.000 m³

Dimensions du caisson-réservoir 90m x 90m x 90m

Capacité de stockage 160.000 m³ (1 million de bbls)

Pont supérieur (acier): dimensions: 90m x 90m

Pont inférieur (béton): dimensions: 90m x 50m

Première plate-forme offshore en béton au monde

Conception et ingénierie : Doris

Maitre d'ouvrage : Philips Petroleum

1975. FRIGG CDP1 Mer du Nord, au large de la Norvège



Plate-forme gravitaire offshore en béton armé et précontraint reposant par 104 m de profondeur.

Caisson-réservoir béton de structure 54.000 m³

Dimensions du pont (béton) :

63m x 63m (2 500 m³)

Installée sur site 22 mois après la commande

Conception et ingénierie : Doris

Maitre d'ouvrage : Elf Norvège

Le champ pétrolier d'**Ekofisk** a été découvert en 1969. Situé à 320 km au sud-ouest de Stavanger il est l'un des plus grands gisements de Norvège. Son exploitation pourrait se poursuivre au-delà de 2050.

Le réservoir repose sur une épaisse couche crayeuse qui, sous l'effet des charges et de l'exploitation, est l'objet d'une subsidence qui pourrait atteindre une amplitude de 6m.

Le champ pétrolier de **Frigg**, découvert en 1971 se situe en limite des plaques norvégienne et anglaise, à 230 km au nord-ouest de Stavanger, sous une couverture d'eau d'une centaine de mètres. Il a été exploité jusqu'en 2004.

1976. FRIG TP1 Mer du Nord, au large de la Norvège



1978. CORMORANT A Mer du Nord, au large de la Norvège

Plate-forme gravitaire offshore de production en béton armé et précontraint reposant par 104 m de profondeur.
Béton de structure 64.000 m³

Déplacement en remorquage 214.000 T
Dimensions du caisson-réservoir : 70m x 70m x 44m

Conception : Sea Tank Co (Sainrapt et Brice, SGE)
Maître d'ouvrage: Elf Norge A/S

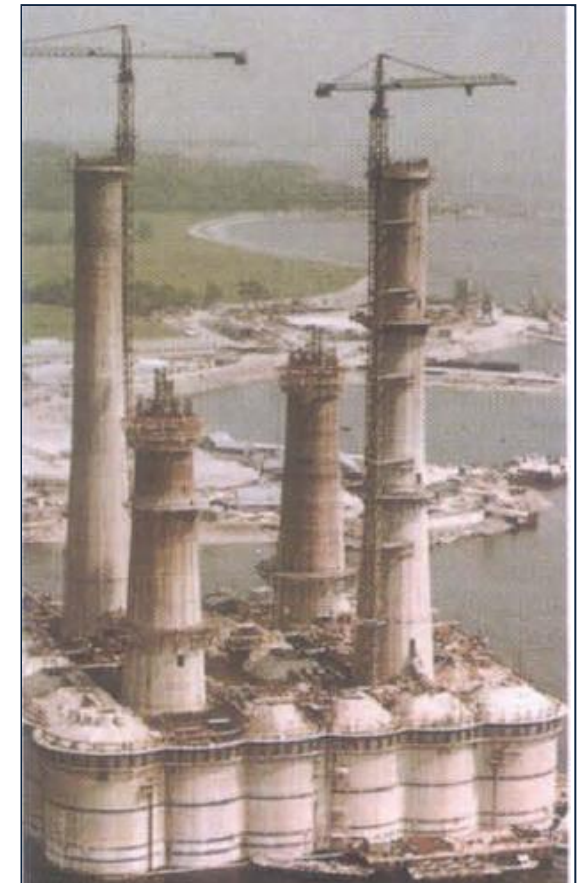


Plate-forme gravitaire offshore de production en béton armé et précontraint reposant par 140 m de profondeur.
Béton de structure 136.000 m³
Dimensions du caisson-réservoir: 100m x 100m x 57m
Capacité de stockage : 1 million de bbls
Conception : Sea Tank Co (SGE, Sainrapt et Brice)
Maître d'ouvrage : Shell Expro UK

1978. BRENT C Mer du Nord, au large de la Norvège

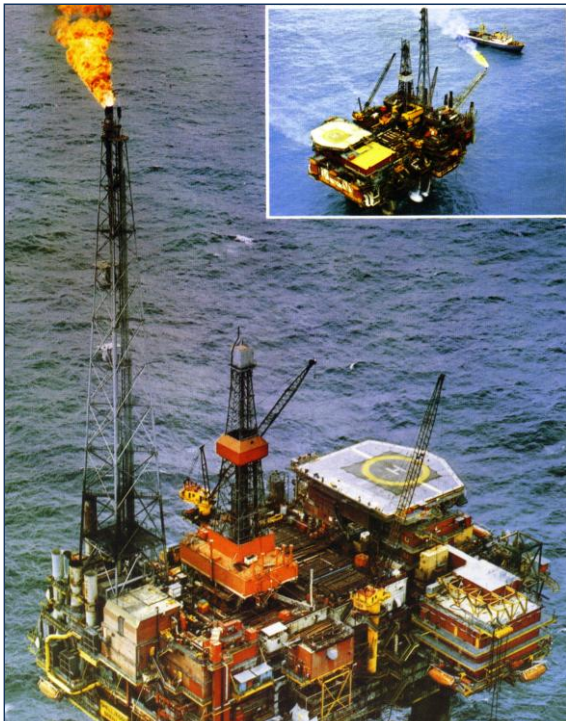


Plate-forme gravitaire offshore de production en béton armé et précontraint reposant par 150 m de profondeur.
 Béton de structure 112.000 m³
 Dimensions du caisson-réservoir 90m x 90m x 57m
 Capacité de stockage : 600.000 bbls

Conception : Sea Tank Co (SGE, Sainrapt et Brice)
 Maître d'ouvrage: Shell Expro UK

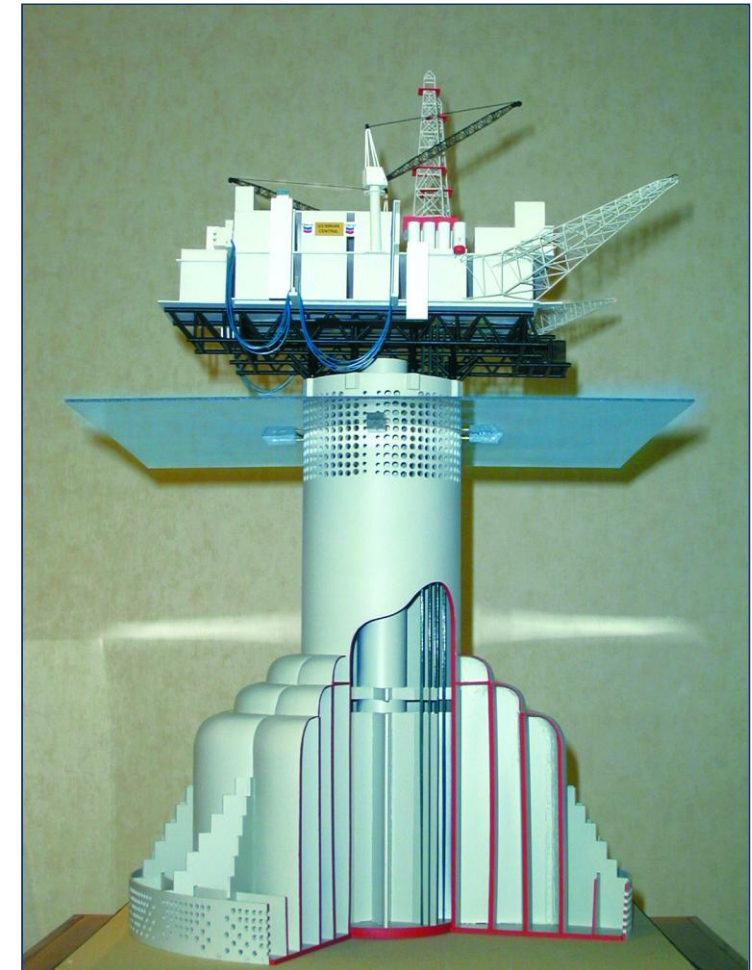


--->
 Plate-forme gravitaire offshore en béton armé et précontraint reposant par 136 m de profondeur.
 Béton de structure 142.000 m³
 Déplacement en remorquage 600.000 T
 Dimensions du pont : 79m x 55m

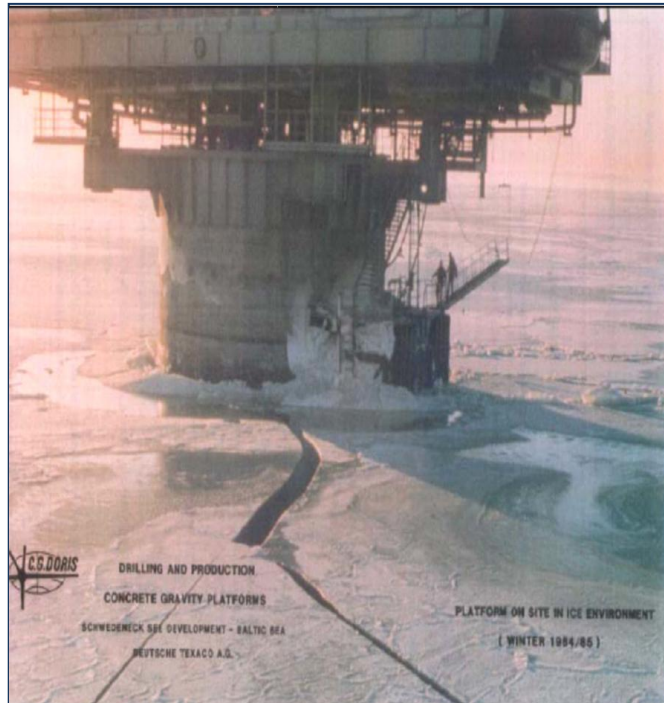
La plus grande plate-forme en béton au monde à l'époque

Conception : DORIS
 Maître d'ouvrage : Chevron Petroleum UK

1978. NINIAN Mer du Nord, au large de la Norvège



1983. SCHWEDENECK A et B Mer Baltique, au large de l'Allemagne



Plates-formes gravitaires offshore en béton armé et précontraint reposant par 25 m (A) et 16 m (B) de profondeur.
 Béton de structure 36.200 m³ (A) et 30.600 m³ (B)
 Dimensions des caissons : 38m x 38m x 13.25m (A) et 38m x 38m x 10.31 m (B)
 Dimensions des ponts : 29m x 29 m (A) et 24m x 29 m (B)

Conception et ingénierie : Doris
Maitre d'ouvrage : Deutsche Texaco AG

1989. EKOFISK BARRIER Mer du Nord, au large de la Norvège



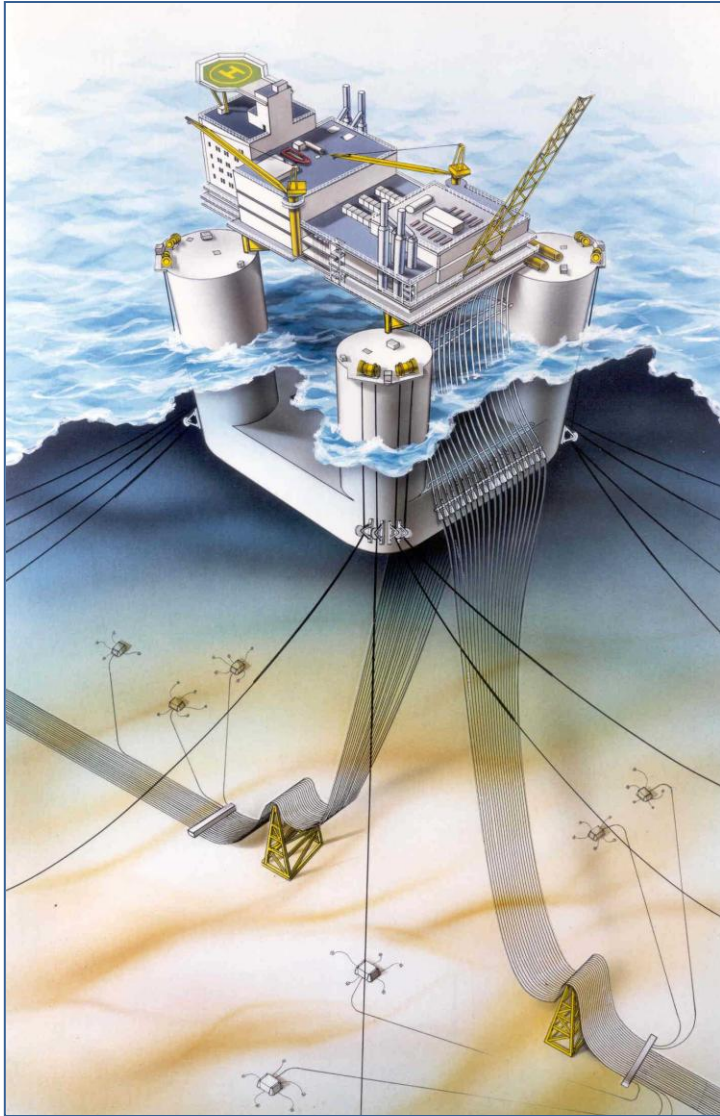
www.cif.org NOVA Awards Nomination 07



www.captainsvoyage-forum.com

Plateforme gravitaire offshore en béton armé et précontraint, avec barrière de protection formant un anneau autour de la plate-forme, reposant par 71 m de profondeur.
 Béton de structure 112.000 m³
 Diamètre du mur d'enceinte : 137,5 m
 1^{ère} barrière de protection d'un réservoir de stockage
Conception et ingénierie : Doris
Maitre d'ouvrage : Philips Petroleum

1993-1995. TROLL OLJE Mer du Nord, au large de la Norvège



Plateforme semi-submersible flottante en béton armé et précontraint, amarrée à 325 m de profondeur.
 Dimension du caisson de flottaison : 101 m x 101 m x 65 m
 Déplacement : 193.000 T
 Volume de béton de structure : 43.700 m³

La plus grande plateforme semi-submersible construite à l'époque et la première à avoir été réalisée en béton

Conception et ingénierie : Doris
Maitre d'ouvrage : Norsk Hydro

1996. WEST TUNA et BEAM C Bass Strait, Australie



West Tuna en construction

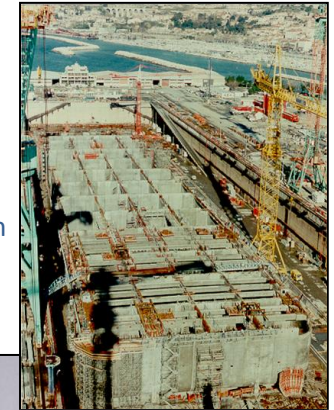
Beam C en remorquage



Plates-formes gravitaires offshore en béton armé et précontraint reposant par 61 m de profondeur
 Béton de structure : 26.600 m³ (West Tuna) et 11.900 m³ (Bream B)
 Dimensions du caisson : 92m x 76m x 15m (West Tuna) et 56m x 56m x 15 m (Bream B)
 1^{ère} plate-forme en béton installée dans le périmètre australien
 Conception : Doris et Kinhill
 Maître d'ouvrage : Esso Australia

1996. N'KOSSA Atlantique, au large du Congo.

Ouvrage flottant



N'Kossa en construction

N'Kossa en remorquage



Barge flottante en béton précontraint pour la production pétrolière ancrée à 170 m de profondeur.
 Dimensions 220 m x 46 m x 16 m
 Construction en cale sèche à Marseille (Bouygues Offshore) et remorquage vers le champ de N'Kossa.
 Béton de structure 26.000 m³
 1^{er} développement en offshore profond du golf de Guinée
 Conception : Doris et Kinhill
 Maître d'ouvrage : Total

1997. HIBERNIA Atlantique, au large du Canada



Plate-forme gravitaire offshore en béton armé et précontraint reposant par 80 m de profondeur.

Béton de structure 165.000 m³

Déplacement 600.000 T

Diamètre : 105 m Hauteur de la structure en béton : 110m

Hauteur de la plate-forme : 150m Poids de la structure béton : 1,4 million T
1^{ère} plate-forme résistante aux icebergs, la plus lourde plate-forme à l'époque

Conception : Doris

Maitre d'ouvrage : Consortium HMDC (Mobil and Partners)

2002. QUAI DE LA CONDAMINE. Mer Méditerranée. Monaco

Ouvrage flottant



Construction du quai



Remorquage et mise en place du quai flottant

Digue flottante en béton sur 55 m d'eau, fixée au quai par une rotule.

Cette digue, d'une longueur de 352m est destinée à briser la houle pour permettre l'amarrage de bateaux de croisière de 30 000 T. Elle intègre à l'intérieur des parkings à voitures sur 4 niveaux.

Béton de structure : 45 000 m³

Poids : 160 000 T

Conception : Doris

Maitre d'ouvrage : Principauté de Monaco

2004. Fondations profondes du pont de Rion-Antirion Golfe de Corinthe, Grèce



Le pont de Rion-Antirion, long de 2250 m, est constitué de 3 travées haubanées de 560 m de portée suspendues à 4 pylônes encastrés dans des caissons en béton de 90 m de diamètre posés sur le fond de la mer par 65 m de profondeur. Le sol, de faible portance et comportant des failles sismiques actives, a été préalablement renforcé au droit des caissons par 500 tubes métalliques de 2 m de diamètre. Ce sont les plus grosses fondations réalisées pour un pont.

Déplacement de chaque fondation : de 80 000 à 110 000 t.

Volume total de béton : 250 000 m³

Conception et ingénierie : Vinci Construction et Ingerop

Maître d'ouvrage : GEFYRA (société concessionnaire, filiale de Vinci).

Bibliographie

- Pliskin Lucien, Lacroix Roger** (Sea Tank Co), **Frankhouser H.S.** (Dravo Ocean Structures). *Sea Tank-Prestressed Concrete Underwater Oil Storage for Deep Water*. Offshore technology conference, Proceedings. Houston, Texas, USA. Mai 1972
- Lacroix Roger, Pliskin Lucien** (Sea Tank Co). *Prestressed Concrete Gravity Platform for Deep Water*. Offshore technology conference, Proceedings. Houston, Texas, USA. Mai 1973
- Pliskin Lucien** (Sea Tank Co). *Deep and Very Deep-Oil Storage Tanks*. Offshore technology conference, Proceedings. Houston, Texas, USA. Mai 1974
- Soulas Raymond** (Sea Tank Co). *Construction de trois grandes plates-formes en béton*. Travaux. Paris. Mai 1974
- Lacroix Roger, Pliskin Lucien** (Sea Tank Co). *Réalisation de la plate-forme pétrolière ELF FRIGG TP1*. Annales de l'ITBTP, N° 361, Mai 1978. Paris
- Pliskin Lucien** (Sea Tank Co). *Remorquage et immersion de la plate-forme ELF TP1*. La Houille Blanche. N° 5/6. 1977
- Curuchet Jean, Audeguis Jacques** (Total). *Le champ de Frigg*. Total Information N° 7. 1977
- Pliskin Lucien** (Sea Tank Co). *Towing and Installation of Concrete Gravity Platforms*. Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP) London UK. Octobre 1978.
- Gerbault Marcel, Pliskin Lucien** (Sea Tank Co). *Installation of a gravity structure on predrilled wells*. European Offshore Petroleum Conference. London UK. Octobre 1978.
- Pliskin Lucien** (Sea Tank Co). *Removal of concrete gravity platforms*. Offshore Technology Conference. Proceedings. Houston Texas USA. Mai 1979.
- Pliskin Lucien** (Sainrapt et Brice). *Ouvrages de rejet en mer de la Centrale nucléaire de Paluel*. Fédération International de la Précontrainte (FIP) Stockholm Suède. Tavaux (Numéro spécial), La technique française du béton précontraint. Juin 1982
- Soulas Raymond, Lacroix Roger** (Sea Tank Co). *25 ans de progrès dans les techniques françaises de génie civil*. Travaux. Septembre 1986.
- DORIS** *Le dynamisme de la diversification*. La Technique Moderne. Septembre-octobre 1989.
- DORIS** *Works of concrete*. Euroil. Juillet-août 1992
- DORIS** *Doris engineering, le future au quotidien*. Le MOCI. 13 octobre 1994.
- DORIS** *La géante de Terre Neuve (Hibernia)*. Pétrole Informations, N° 1728. Août-septembre 1997.