

Pour célébrer les 150 ans de l'École Centrale de Lyon



Cycle : Énergie : quelles nouvelles techniques ?

A la recherche de l'or noir : les plates-formes offshore et les challenges énergétiques de notre époque

par Pierre-Armand Thomas, Technip



www.efferve-sciences.ec-lyon.fr



20 novembre 2007

Les plates-formes
offshore et les
challenges
énergétiques de
notre époque
Pierre-Armand Thomas
Efferve'sciences Lyon



Technip

Sommaire

_I Un peu d'histoire

_II Introduction

_III Définition

_IV Types de plates-formes

_V Réalisation des plates-formes

_VI Technologies associées

_VII Développement futur

Généralités – 1/4

- ▶ **La production pétrolière en mer : De quoi s'agit-il ?**
 - **Produire des réserves prouvées d'huile et/ou de gaz provenant d'accumulations stockées en sous-sol, sous les océans.**
 - **Il faut pour cela forer/perforer la roche qui contient ces produits mais également fournir le moyen de transférer la production du fond de la mer à la côte.**

 - **Ce qui sort de terre n'est pas que de l'huile et/ou du gaz utiles, il y a également :**
 - Beaucoup d'eau (avec des sels dilués)
 - Des gaz acides (qui nécessitent une métallurgie particulière et coûteuse)
 - Des venues de sables
 - Des impuretés

 - **Pour les champs situés assez loin des côtes, il est nécessaire de traiter les effluents produits tels que :**
 - Séparer huile/eau/gaz
 - Réduire l'acidité (H₂S/CO₂)
 - Etc.

Généralités - 2/4

- ▶ **Les plates-formes sont donc nécessaires :**
 - **Pour supporter toutes les fonctions de traitements**
 - **Mais aussi pour supporter les systèmes de liaisons fond/surface pour :**
Les lignes de production, les lignes de ré-injection (eau et/ou gaz pour maintenir la pression de réservoir)
 - **Evacuer la production par :**
 - Pipelines (impératif pour le gaz à ce jour)
 - Par bouées et bateaux (huile/GPL) et stockage
 - Etc.
 - **Pour aussi accueillir les systèmes de forage et de maintenance des puits**
 - **Les équipements auxiliaires :**
 - Génération de puissance
 - Quartiers d'habitation
 - Systèmes de sécurité incendie et de détection de gaz pour prévenir les risques d'explosion
 - Etc.
- ▶ **Cet ensemble peut représenter jusqu'à un poids de 30 à 40 000 tonnes**
- ▶ **Les puits sont soumis à des pressions très fortes (300 à 1 150 bars) et parfois des températures très élevées (> 180°C).**



Généralités – 3/4

► La production pétrolière en mer

● Les étapes principales nécessaires :

- Etudes géophysiques pour définition des réservoirs
- Forage d'exploration pour délimiter et définir les caractéristiques du réservoir – y-compris test de puits -> utilisation de plate-forme mobile de forage
- Si réserves prouvées (et commerciales), recherche de solutions de développement, étude d'architecture et économique de champ
- Dans le cas où une architecture avec une plate-forme est retenue, quelles fonctions doit-elle remplir ?
 - Supportage d'installation de forage de production et de traitement/génération de puissance/quartiers d'habitation, etc.
 - Evacuation des produits (huile/gaz)
 - Lignes d'export
 - Stockage et bouée de chargement
 - Traitement des produits associés, eau de gisement, effluent
 - Activation éventuelle des puits (gaz lift, injection d'eau, injection de « slurry »...)
 - Communication avec d'autres plates-formes ou champs satellites (pont/riser futurs)

Généralités – 4/4

- ▶ **Quelques données pour présenter les conditions d'opération des plates-formes :**
 - **Conditions d'environnement :**
 - Houle jusqu'à 33 m de hauteur,
 - Courant 5 m/s – 18 Km/h
 - Conditions cycloniques vent 250 km/h
 - **Poids des installations de surface jusqu'à 40 000 T**
 - **Pression/température prises en compte pour tête de puits jusqu'à 1 150 bars/180°C**
 - **Volume de liquide à traiter 4/500 000 BOPD (65 000/80 000 m³/jour)**
 - **Production des grands champs @ 220 000 BOPD (35 000 m³/jour) ou 1 200 camions semi-remorques**
 - **Pression par grands fonds**
 - 1 000 m profondeur d'eau 100 bars
 - 2 000 m profondeur d'eau 200 bars
 - 3 000 m profondeur d'eau 300 bars
 - 100 bars représentent 1 000 tonnes sur 1 m² !
 - 1 150 bars représentent une automobile Mégane sur 1 cm²
 - **Température de l'eau en grands fonds (2 000 m @ 2°C)**
 - **Durée d'opération : 35 ans**
 - **Durée calculée (en fatigue) x10 dans zones critiques**

I. UN PEU D'HISTOIRE

II. INTRODUCTION

III. DEFINITION

IV. TYPES DE PLATES-FORMES

1. Présentation de plates-formes fixes
2. Présentation de structures flottantes

V. REALISATION DES PLATES-FORMES

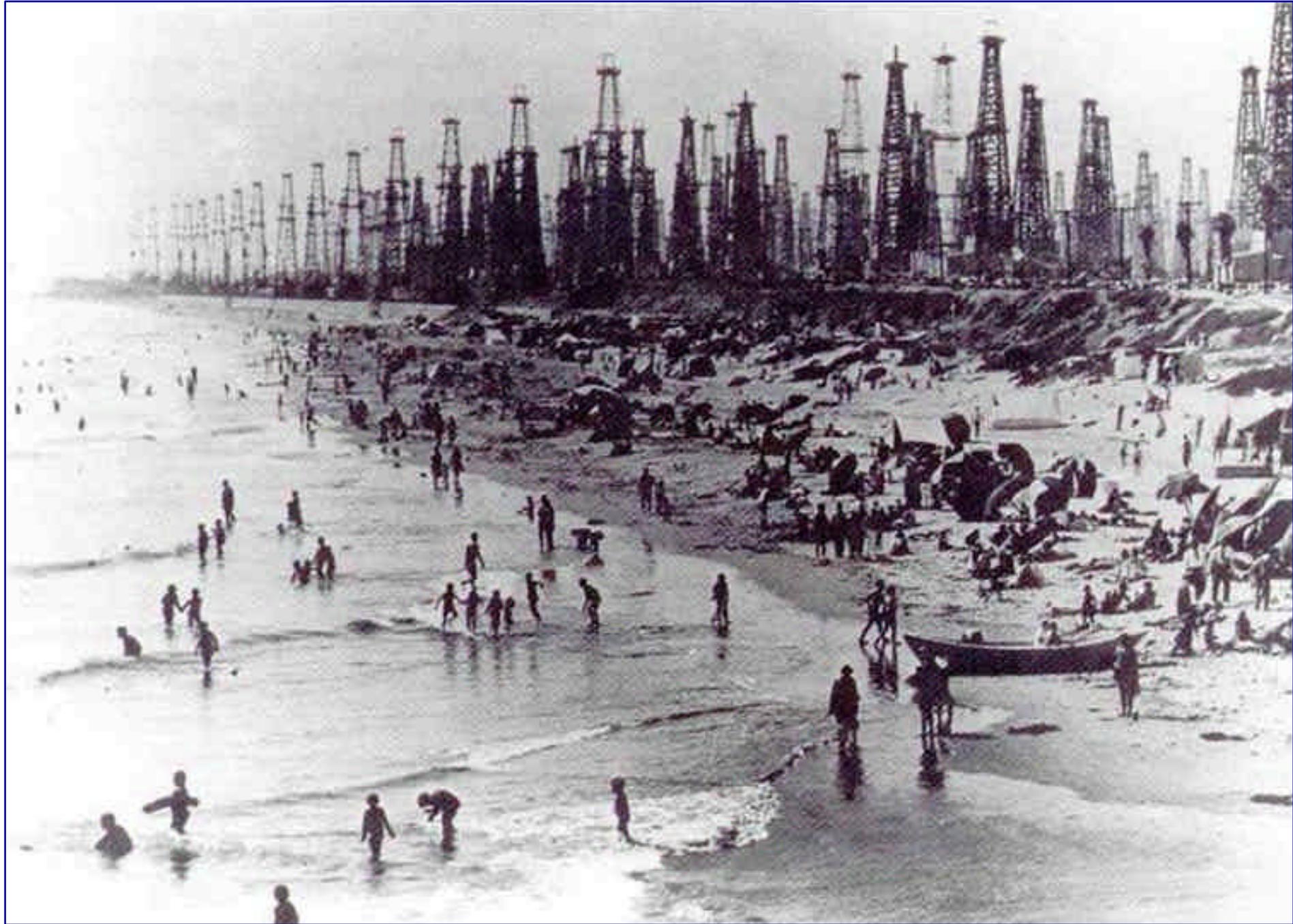
1. Ingénierie
2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables

VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES

1. Liaisons fond/surface
2. Systèmes d'ancrage
3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine

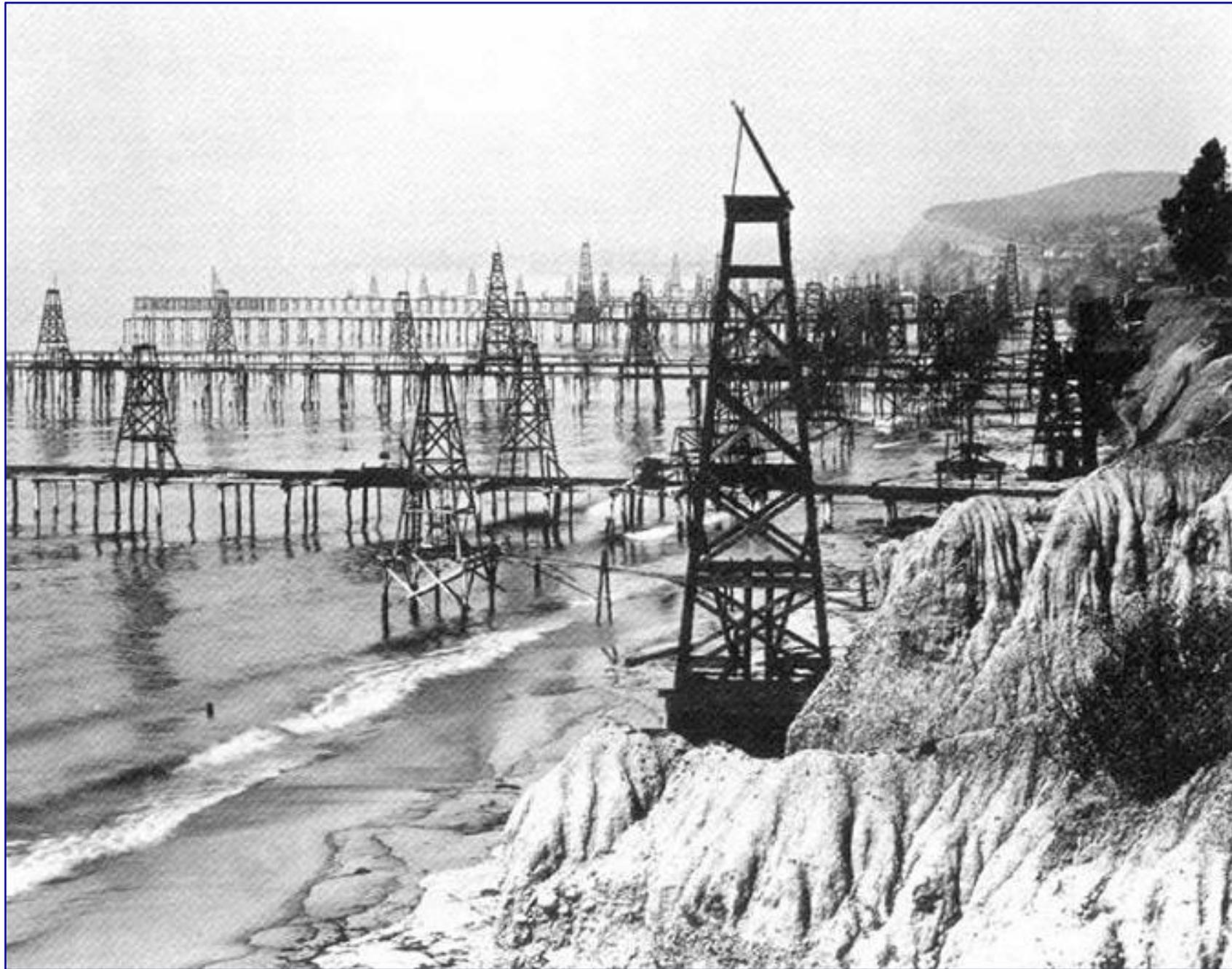
VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Huntington Beach, Californie



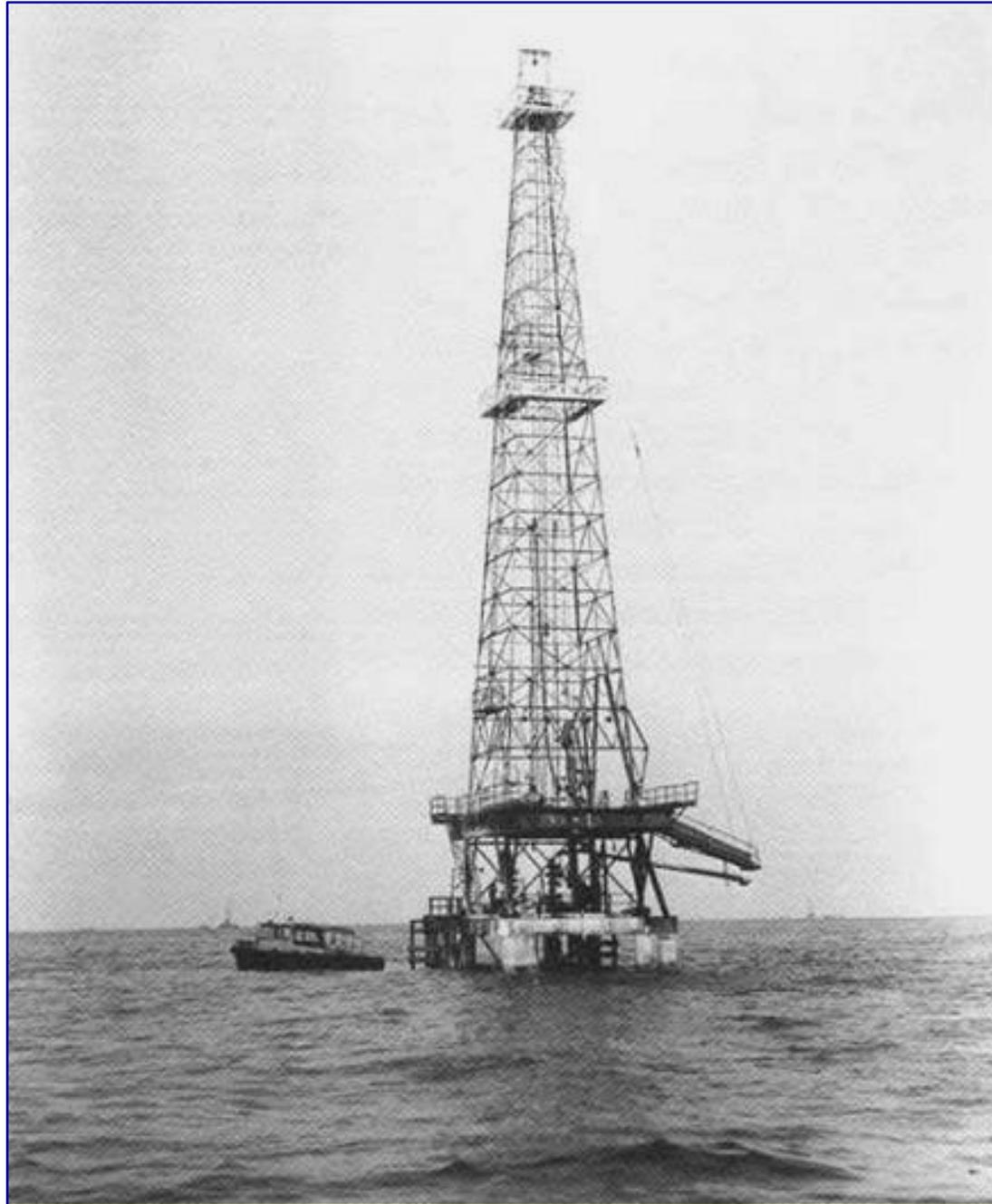
EN APPROCHE DE LA MER

Summerland, Californie



LES DEBUTS DE LA CONQUETE MARINE

Lac Maracaibo, Vénézuéla



Mer Caspienne, Ere Soviétique, jusqu'à 100 km Offshore

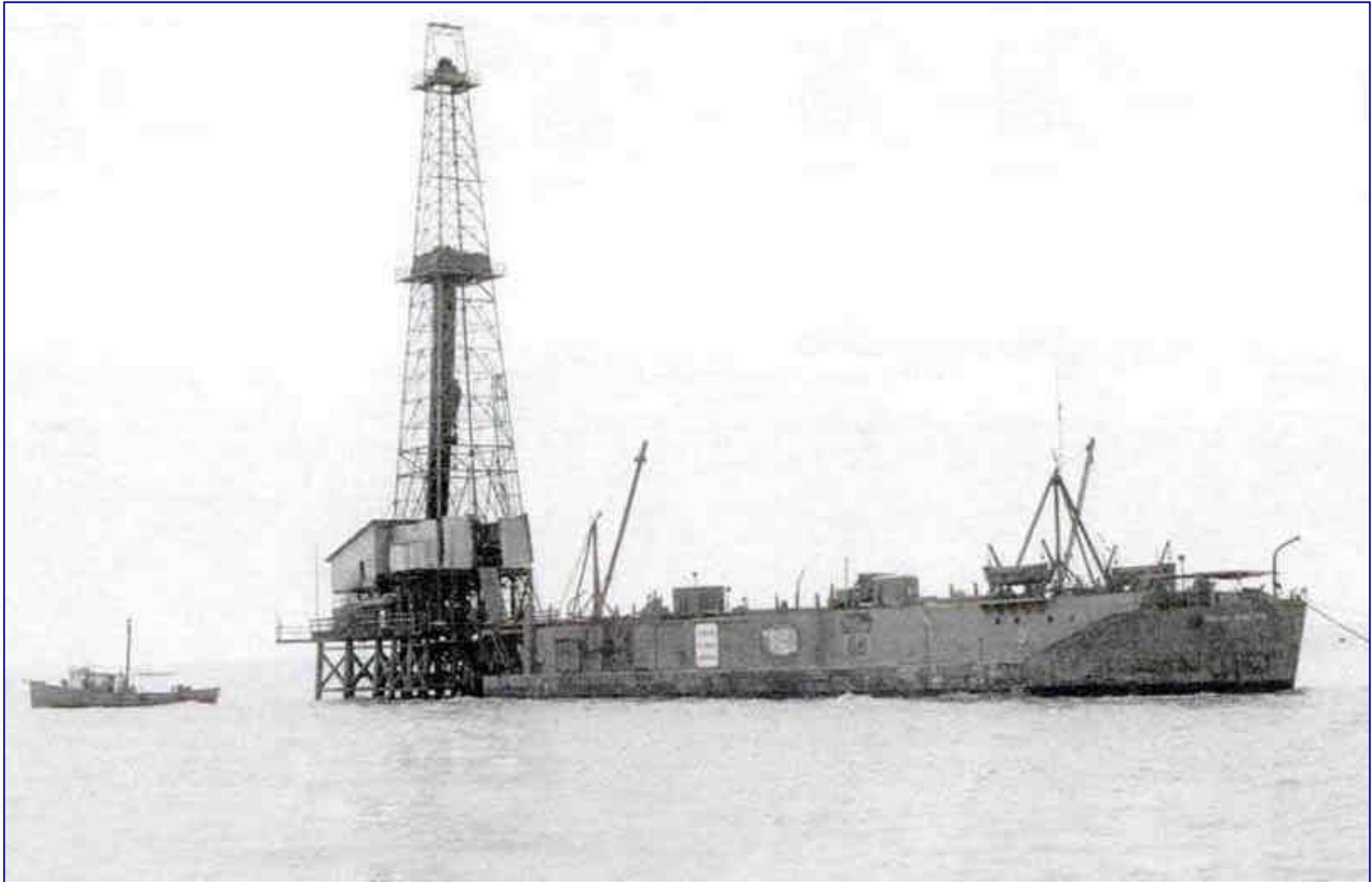
ON PROGRESSE...



...MAIS PAS EN
LIGNE DROITE !!

Louisiane, 9 Septembre 1947

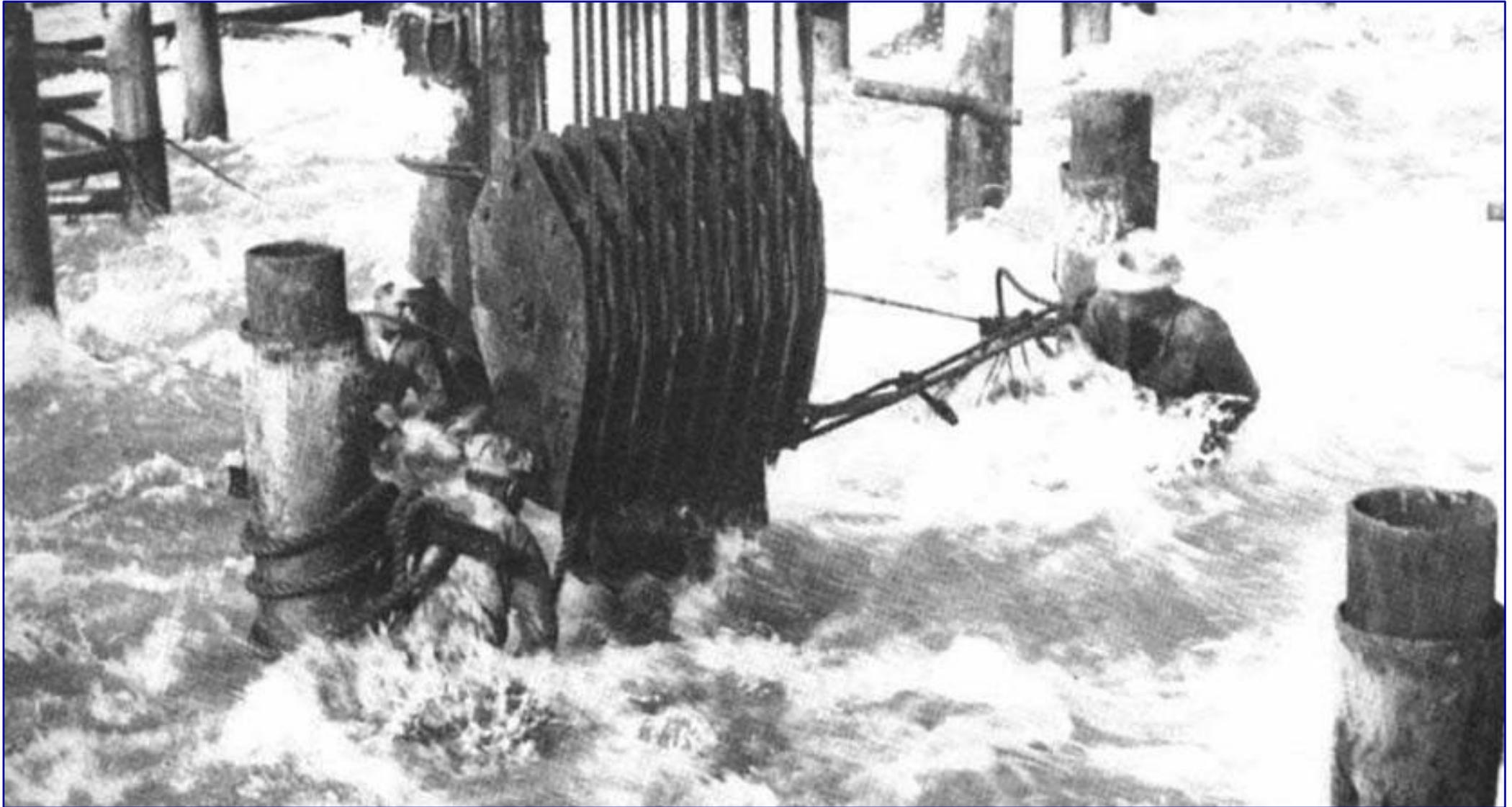
Ship Shoal Block 32



60 ANS DEJA ! ...

OU SEULEMENT ?

Installation d'une plate-forme fixe



TEMPS DES « PIONNIERS » : CE QUI NE SE FAIT PLUS DE NOS JOURS CAR NOTRE PROFESSION SUIT DES REGLES TRES STRICTES EN MATIERE DE « HSE » (Hygiène, Sécurité, Environnement)

I. UN PEU D'HISTOIRE

II. INTRODUCTION

III. DEFINITION

IV. TYPES DE PLATES-FORMES

1. Présentation de plates-formes fixes
2. Présentation de structures flottantes

V. REALISATION DES PLATES-FORMES

1. Ingénierie
2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables

VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES

1. Liaisons fond/surface
2. Systèmes d'ancrage
3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine

VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Introduction

- ▶ **Il n'est pas simple de classer les types de plates-formes tant les critères sont multiples et différents.**
- ▶ **Cependant, nous pouvons retenir :**
 - **Les plates-formes mobiles pour le forage d'exploitation et de production**
 - **Les plates-formes permanentes pour la production d'huile et de gaz**
 - Les plates-formes permanentes peuvent être :
 - Fixes, supportées par le fond de la mer (faibles profondeurs)
 - Flottantes, ancrées par des lignes :
 - Caténaïres pesantes
 - Caténaïres tendues « non pesantes »
 - Rigides tendues
- ▶ **Les plates-formes produisent de l'huile et du gaz**
- ▶ **Actuellement,**
 - **Le gaz ne peut être exporté que par gazoduc (à l'exception du GLP)**
 - **L'huile peut être :**
 - Stockée (en surface, en sous-marin)
 - Exportée par bouée et tanker navette
 - Ou par oléoducs sous-marins

- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. **DEFINITION**
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. REALISATION DES PLATES-FORMES
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Définition

► Aujourd'hui, la définition est la suivante :

- Eaux peu profondes ≤ 200 m
- Eaux moyennement profondes $200 \text{ m} < \text{profondeur d'eau} \leq 450 \text{ m}$
- Grands fonds $450 \text{ m} < \text{profondeur d'eau} \leq 1\,500/1\,800 \text{ m}$
- Ultra Grands fonds $1\,800 \text{ m} < \text{profondeur d'eau} \leq 2\,500/3\,000 \text{ m}$

► Limite de profondeur d'eau supportable pour un plongeur (d'un point de vue économique) $\leq 150/300 \text{ m}$

→ Au-delà : intervention de véhicules télécommandés (ROV) ou véhicules autonomes pour grande profondeur (AUV)

► Dans le domaine du forage :

- En 1975 : profondeur maximum de forage : 350 m
- En 2004 : profondeur maximum de forage : 3 050 m

► Dans le domaine de la production :

- En 1975 : profondeur maximum de production : 150 m
- En 2004 : profondeur maximum de production : 2 400 m (sous-marin)
2 100 m (plates-formes)

Différents équipements pour eaux profondes

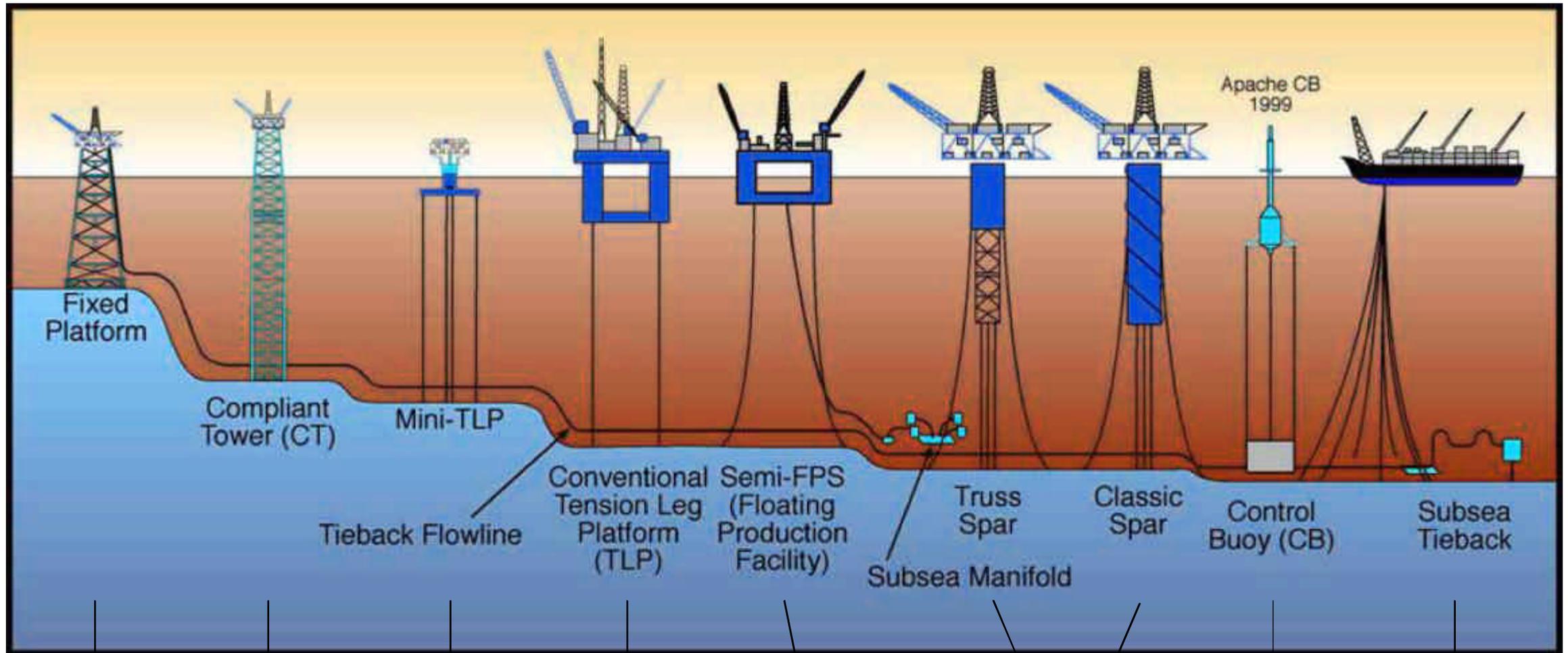


Plate-
forme
fixe
Jacket

Tour
Flexible

Mini-
plate-
forme à
lignes
tendues

Plate-
forme à
lignes
tendues

Semi-
submersible
(unité de
forage et
production
flottante)

Spars

bouée

Bateau de
production
avec
stockage

Types de plates-formes – Autres critères

- ▶ Les types de plates-formes sont multiples et dépendent de :
 - La profondeur d'eau
 - Les conditions environnementales (courant, houle, glace, vent...)
 - Conditions de sol
 - Taille et nature des équipements de surface
 - Combinaison de forage et production avec puits en surface ou sous-marins
 - Stockage
 - Lignes de connexion et risers
 - Quartiers d'habitation
 - Sécurité, Environnement (HSE : Hygiène, Sécurité, Environnement)
 - Méthodes de fabrication (à quai, en forme de radoub ou en flottaison)
 - Méthodes d'installation (auto-installable, par grue de chargement)
 - Conditions de démantèlement, ré-utilisation

- ▶ La liste est longue, c'est pourtant la première étape que les Compagnies Pétrolières entreprennent avant même de décider la façon de développer un champ d'hydrocarbures.

- ▶ Il existe des sociétés spécialisées pour ce type d'études, comme par exemple Genesis du Groupe Technip.

Plates-formes fixes

- ▶ **Jacket et pont**
 - **Jacket levable par grue flottante jusqu'à 9 000 Tonnes**
 - **Jacket lançable**

- ▶ **Jacket avec pont posé par flottaison**

- ▶ **Plates-formes gravitaires**
 - **En acier**
 - **En béton**

- ▶ **Plates-formes auto-élévatrices avec différents types de fondations**
 - **Base en béton (avec stockage)**
 - **Base en acier (avec ou sans stockage)**
 - **Fondations pilées**
 - **Fondations en suction**

- ▶ **Système Unideck**

Exemples d'exceptions - 1/2



EXCEPTION POUR PLATE-FORME FIXE
FONDEE SUR LE SOL (\approx 400 m D'EAU)

Exemples d'exceptions - 2/2



1 MILLION
DE TONNES

AUTRE EXCEPTION :
LES « MONSTRES EN BETON »
(330 m D'EAU)



- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. **TYPES DE PLATES-FORMES**
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. REALISATION DES PLATES-FORMES
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Types de plates-formes : Plates-formes auto-élévatrices de production



HARDING (Achevée en 1996)

- Forage, Production, Stockage béton
- Huile visqueuse : 17 api
- Poids : 20 000 T
- 24 puits en surface

ELGIN & FRANKLIN (Achevée en 2000)

- Production de gaz traité
- Haute pression / Haute température
- Poids : 30 000 T



BP SHAH DENIZ (Achevée en 2006)

- Forage, production
- 14 puits haute pression (850 bars) en surface

Unideck



Technip

UNITE DE COMPRESSION DE 10 000 T
INSTALLÉE EN UNE SEULE FOIS

- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. **TYPES DE PLATES-FORMES**
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. **Présentation de structures flottantes**
- V. REALISATION DES PLATES-FORMES
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Plates-formes flottantes

► Types bateaux

- Bateaux de forage à positionnement dynamique et capables de vitesse de croisière importante pour aller d'un site à un autre
- Bateaux de production avec ancrage fixe, ou ancrage à tourelle, avec grande capacité de stockage.

Les mouvements dus aux actions des éléments sont comparables à ceux de grands bateaux

► Types semi-submersibles

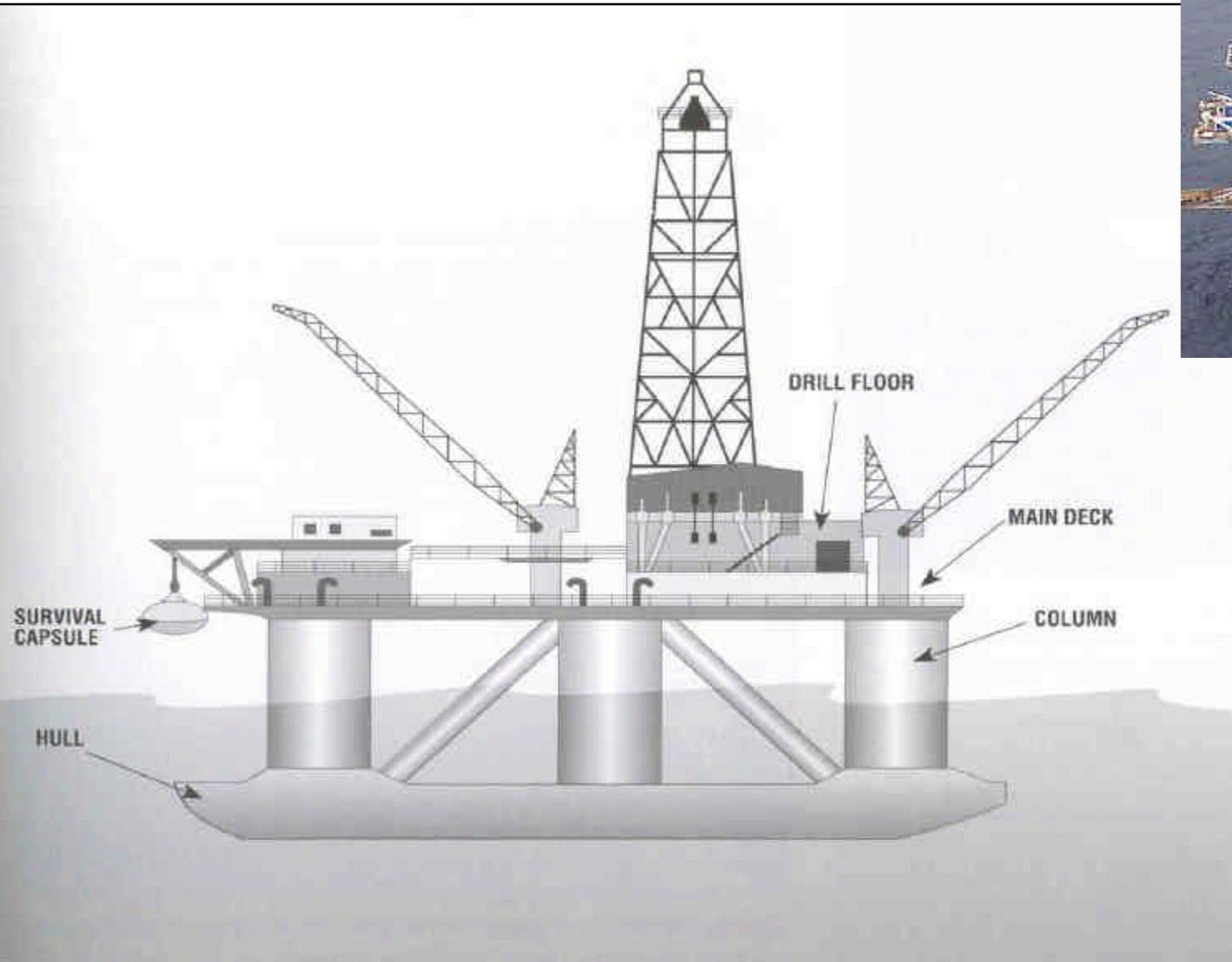
Ces plates-formes ont des caractéristiques de mouvement à la mer meilleures que les bateaux. Toutefois, elles ne permettent pas, en général l'installation de têtes de puits en surface

- Les semi-submersibles à grand tirant d'eau, les Spars, les plates-formes à lignes tendues ont des comportements à la mer permettant l'implantation des têtes de puits à la surface. En effet, les systèmes de « risers » peuvent s'accommoder des mouvements de ces plates-formes.

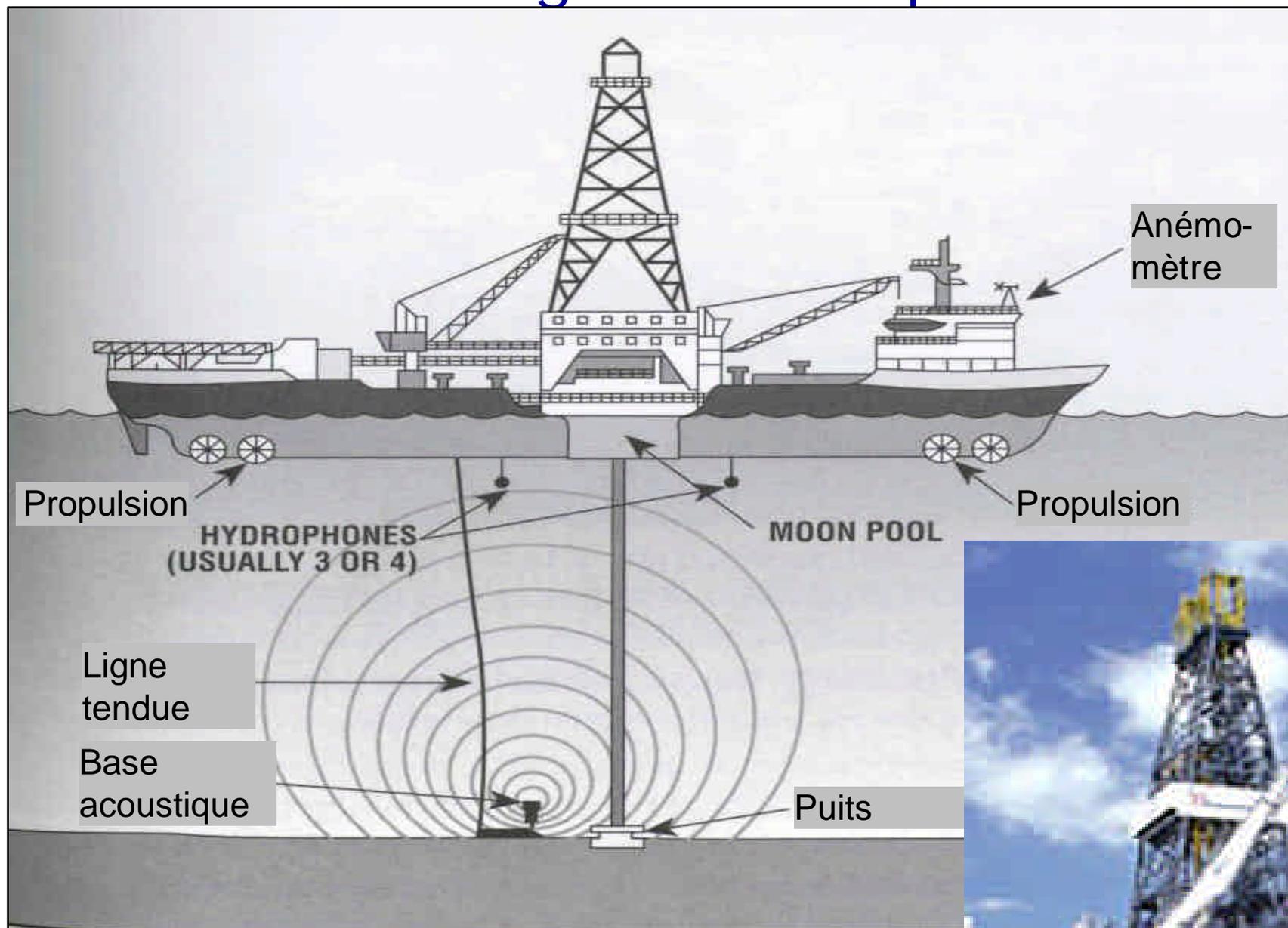
Semi-submersible mobile offshore – unité de forage (MODU)



MODU FORAGE :
PUITS EN TEST



Bateau de forage MODU à positionnement dynamique



Semi-submersible de production

- ▶ **Fonction : Production**
- ▶ **Capacités :**
 - Profondeur d'eau (80-3000 m)
 - Production jusqu'à 180 000 bpd
- ▶ **Présence actuelle :**
 - Mer du Nord
 - Brésil
 - Asie



"Snorre B"

* pbd = nb barils/jour

Bateau de production – FPSO (Floating production storage offloading)

► Fonctions :

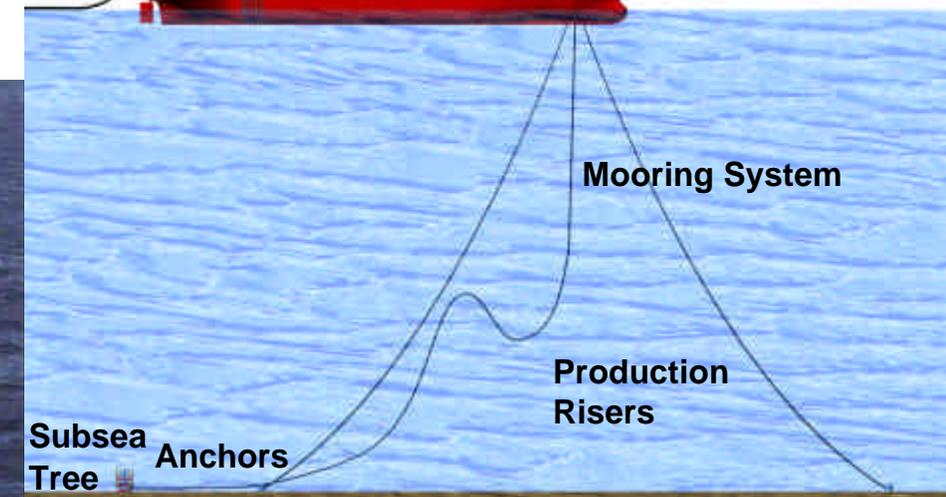
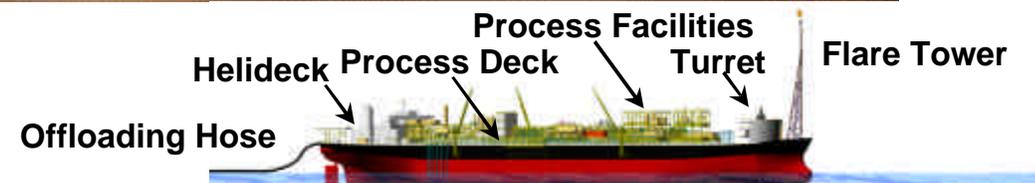
- Production
- Stockage
- Déchargement

► Capacités :

- Profondeur d'eau (30 – 3000 m)
- Production jusqu'à 200 000 bpd
- Stockage jusqu'à 2 Mb*

► Présence actuelle

- Mer du Nord, Canada
- Mer Méditerranée, Afrique
- Asie du Sud Est
- Brésil



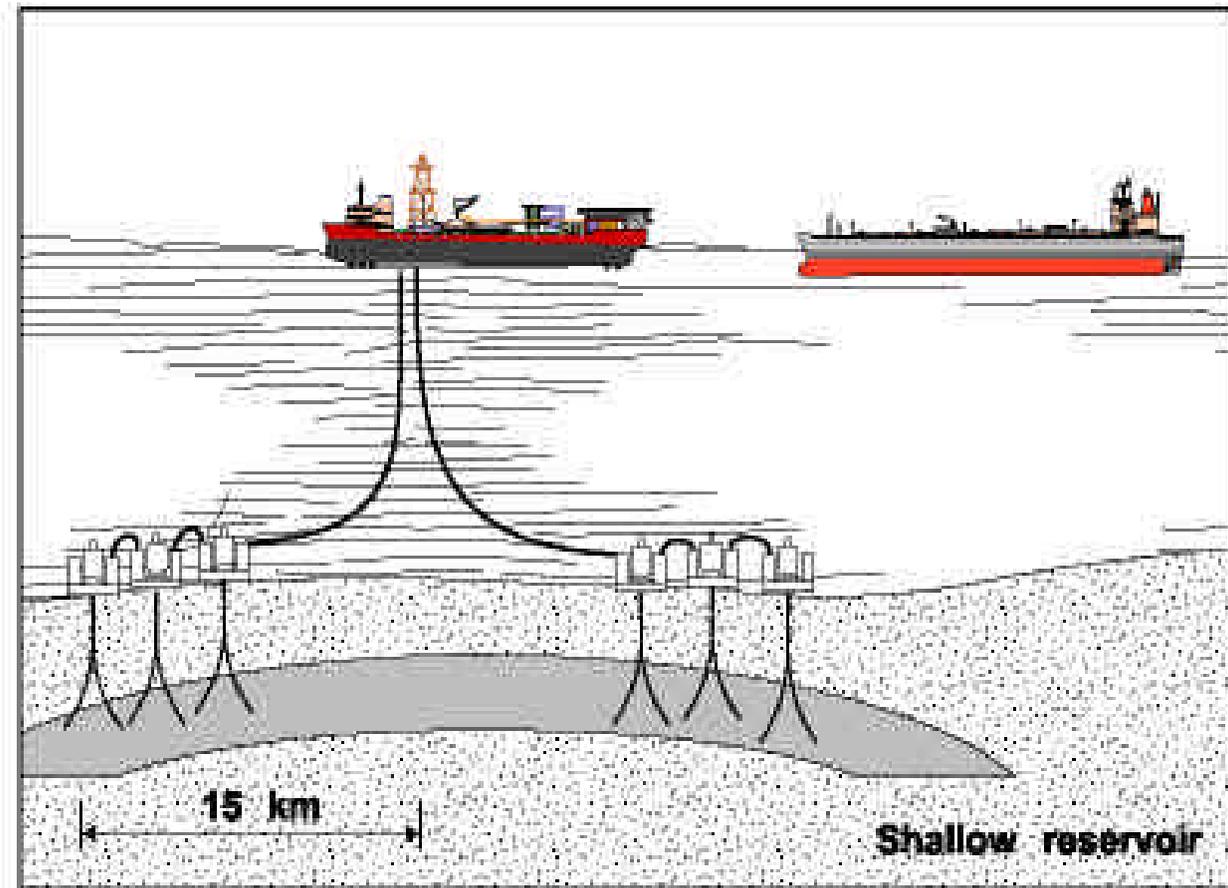
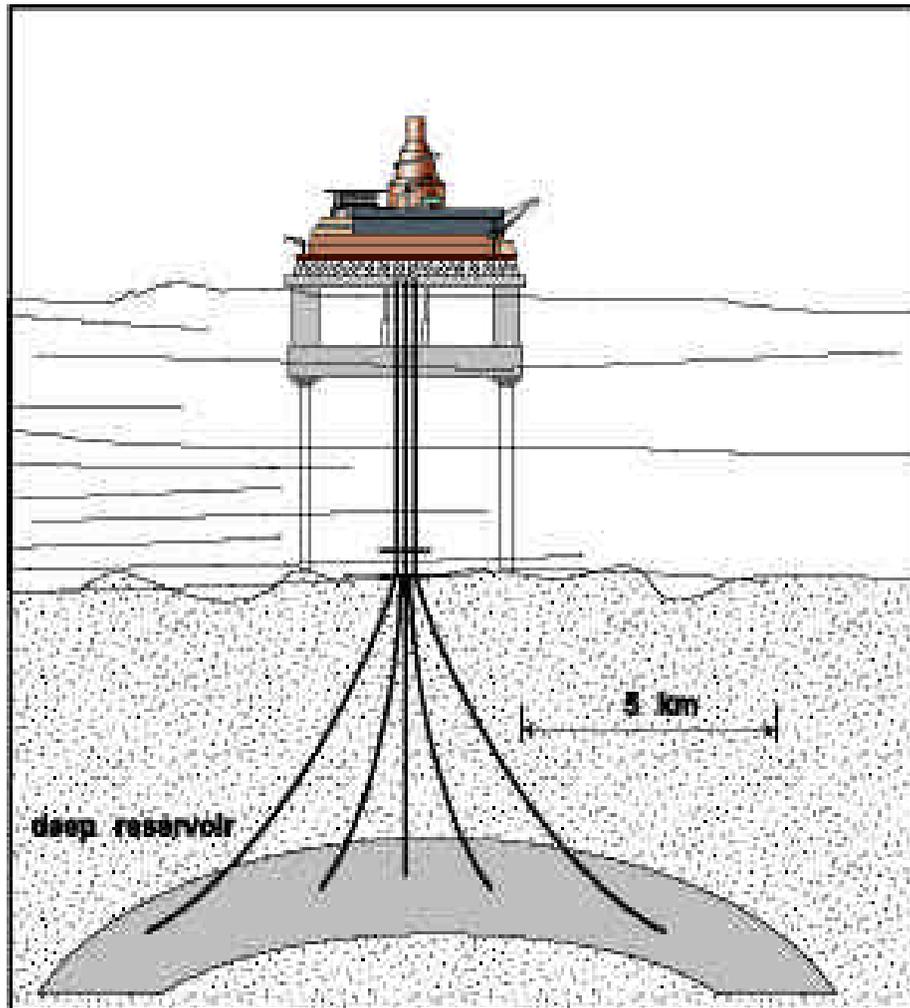
* Mb : millions de barils

Technip



Choix de systèmes flottants

- ▶ Le choix du système flottant dépend de :
 - Mouvements du support de surface
 - Géométrie du réservoir
 - Stockage/Export



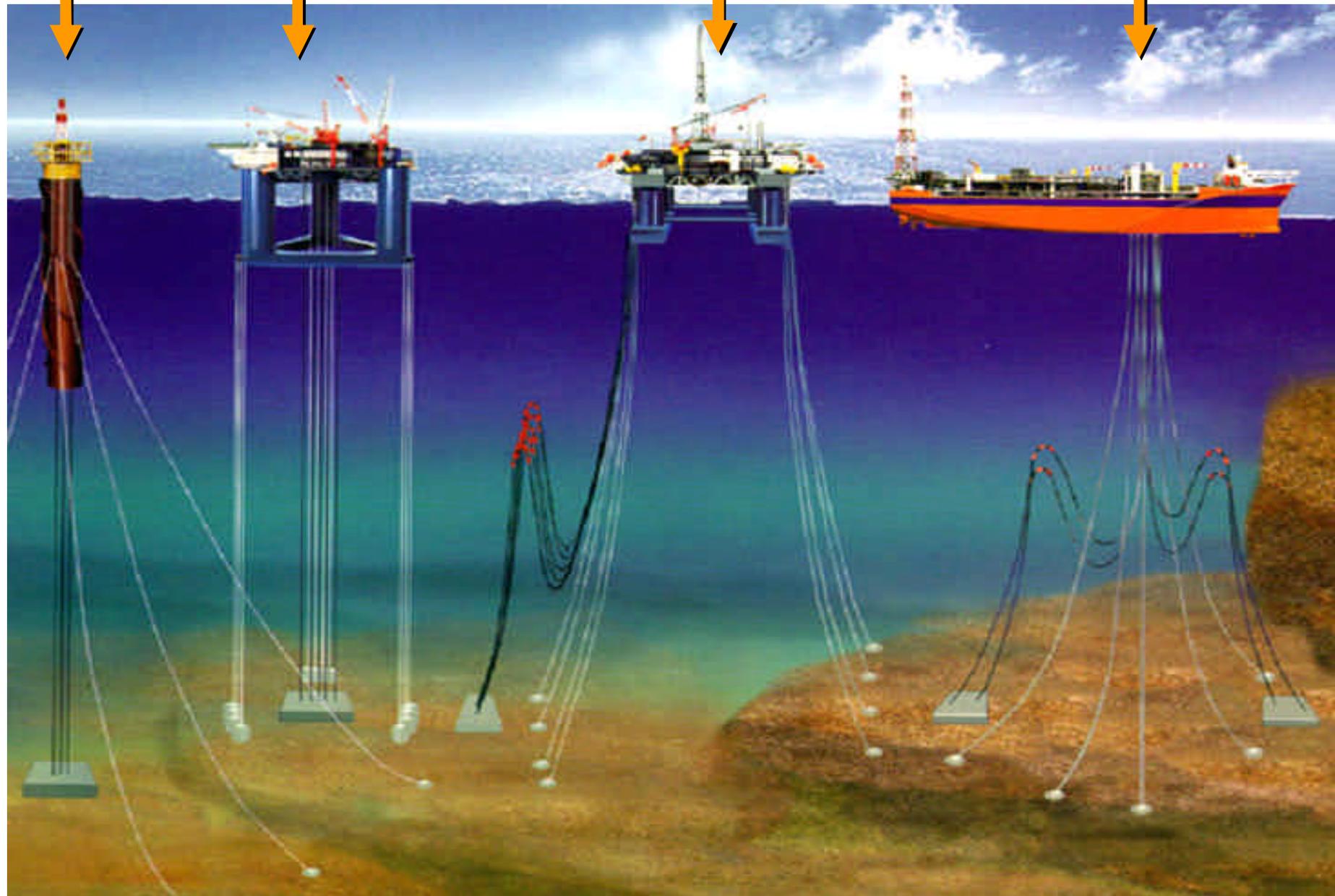
Description des types de flotteurs

Spar (Dry)

TLP (Dry)

Semi-submersible (Wet)
Puits au fond

FPSO (Wet)
Puits au fond



LES CARACTERISTIQUES DE MOUVEMENT SONT DETERMINANTES

LES SEMI-SUBMERSIBLES A GRAND TIRANT D'EAU

PERMETTENT LES PUIITS EN SURFACE

Plate-forme à lignes tendues Tension Leg Platform (TLP)

► Fonctions :

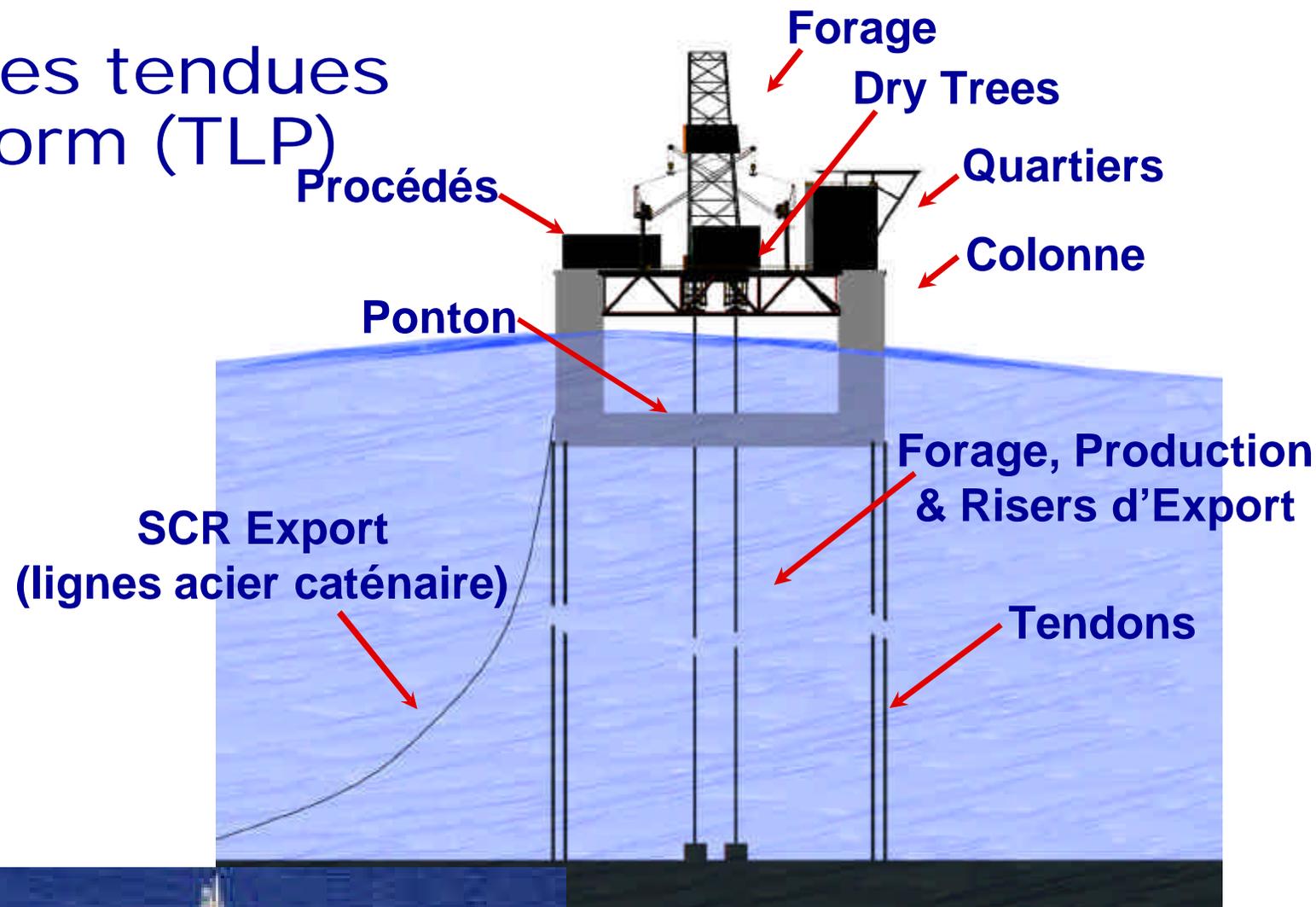
- Support tête de puits
- Forage
- Travaux de surface
- Production

► Capacités :

- Profondeur d'eau (150 – 1500 m)
- Production jusqu'à 220 000 bpd

► Présence actuelle :

- Golfe du Mexique
- Mer du Nord



Spar : une famille « nombreuse », un standard dans le Golfe du Mexique



Proprietary Item

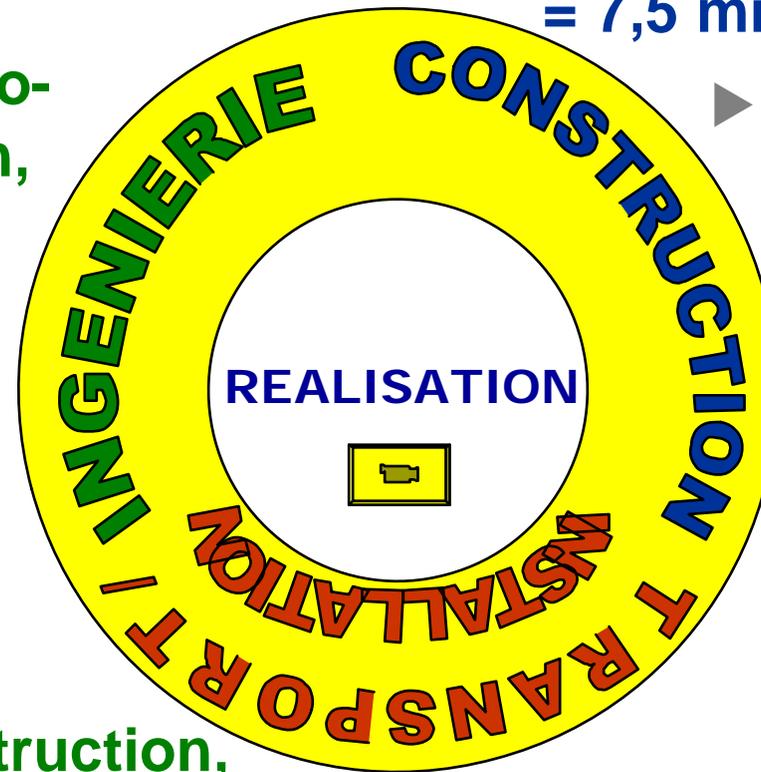


- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. **REALISATION DES PLATES-FORMES**
 - 1. **Ingénierie**
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Ingénierie – 1/3

- ▶ Il s'agit d'équipements très lourds
- ▶ Qui nécessitent des moyens d'études très importants : environ 1 million d'heures (-> 350 personnes sur 2 ans)
- ▶ Qui font appel à des programmes de simulation, de calcul et de dessin très performants
- ▶ Des moyens de gestion de projet intégrés
- ▶ L'aspect sécurité/ environnement est fondamental
- ▶ Les méthodes de construction, de transport et d'installation sont déterminantes pour la conception des ouvrages

- ▶ Met en œuvre plusieurs millions d'heures de construction et d'intégration des équipements.
 - Exemple : $30\ 000\ T = 250\ H/T/Moyen = 7,5\ millions\ d'heures$



- ▶ La construction selon le type de plate-forme peut se faire :
 - A quai,
 - En flottaison,
 - En forme de radoubDans tous les cas, les moyens de levage sont très lourds

- ▶ **Transport assisté ou transport à flot**
- ▶ **Auto-installation ou levage en mer avec grues flottantes**

Les planches qui suivent illustrent ces différents cas

➔ L'impact des méthodes d'installation sur la conception est très important :

L'installation à la grue pose les problèmes suivants :

- ▶ Levage de modules limité à maximum 8 000/9 000 Tonnes avec limite stricte à respecter.
 - Si dépassement de poids -> transfert de travail offshore pour les installations nécessitant plusieurs levages
- ▶ Interconnexion entre modules, tests fonctionnels et tests d'épreuve à faire en mer
- ▶ La mobilisation de ces moyens de levage exceptionnels se fait dans des créneaux de réservation très stricts.
Si la construction est en retard : transfert de travail offshore

*Transfert de travail offshore
= fort accroissement de coût et de délai*

- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. **REALISATION DES PLATES-FORMES**
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) **Installation et transport assistés**
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

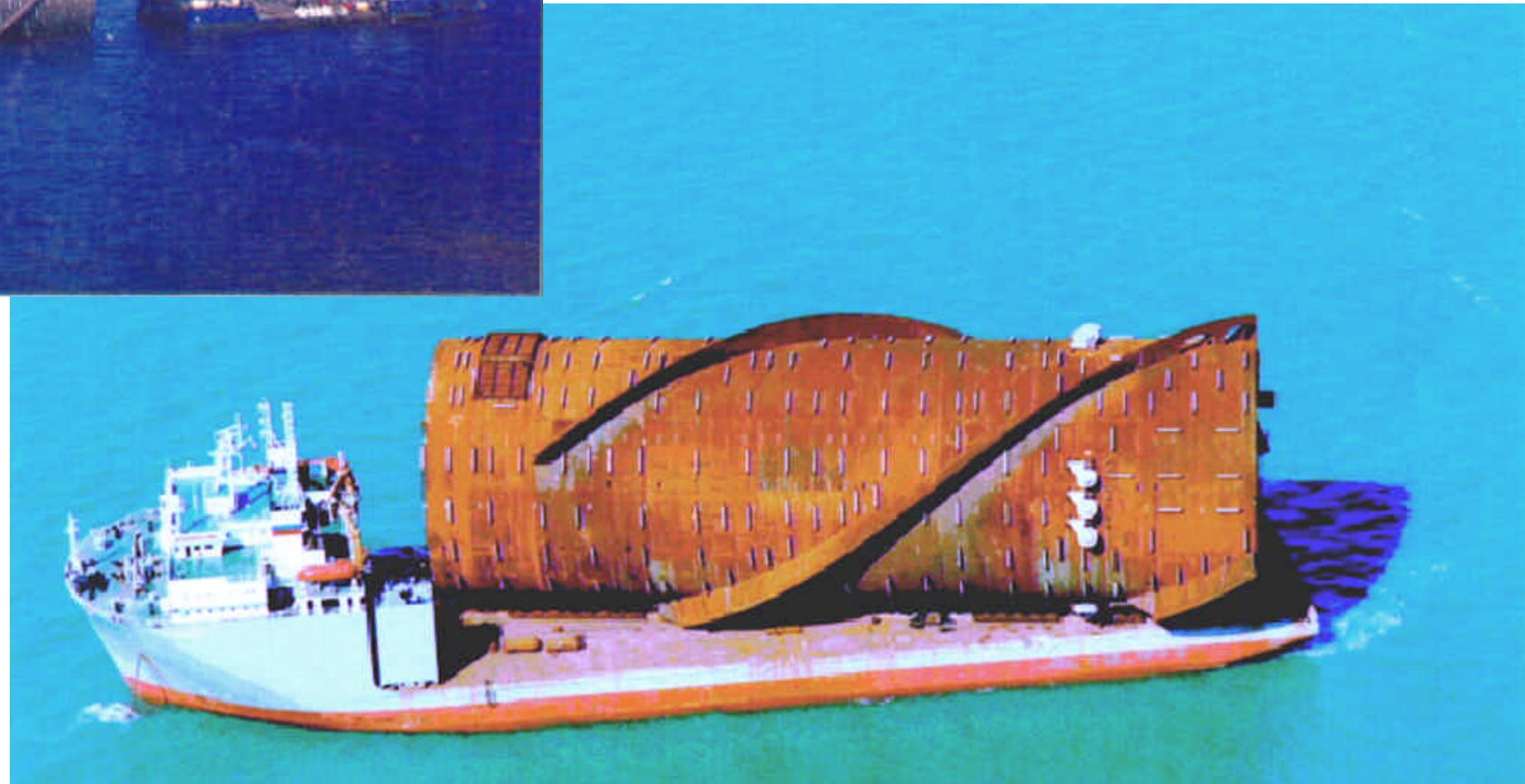
Construction-Transport-Installation

- ▶ **Les points exposés dans les planches précédentes expliquent l'intérêt pour les plates-formes installables en une fois ou auto-installables :**
 - **Elles quittent le chantier terminées**
 - **Elles peuvent entrer en opération peu de temps après leur installation**

- ▶ **En premier, nous présentons les installations et transport assistés**

- ▶ **En second, les systèmes partiellement ou totalement installables**

Spar – Transport de la coque vers son emplacement final



Spar – Levage des équipements de surface



LEVAGE PAR MAXI GRUE

Spar - Floatover



LEVAGE SANS GRUE



- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. **REALISATION DES PLATES-FORMES**
 - 1. Ingénierie
 - 2. **Construction-Transport-Installation**
 - a) Installation et transport assistés
 - b) **Systemes partiellement ou totalement auto-installables**
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systemes d'ancrage
 - 3. Systemes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

TPG 500 Harding : photo montage - Etapes de fabrication/transport/installation



Transport de la TPG500

- ▶ Les options de transport incluent :
 - Transport sur barge de la coque, des équipements de surface et des jambes jusqu'à connexion sur site au réservoir de stockage
 - Remorquage en flottaison de l'unité complète jusqu'au champ de production



TLP : transport de la coque vers le Golfe du Mexique où se situe le site d'intégration des équipements



TLP : Mise en place des équipements intégrés



TLP : transport vers son point d'ancrage qui a été pré-installé

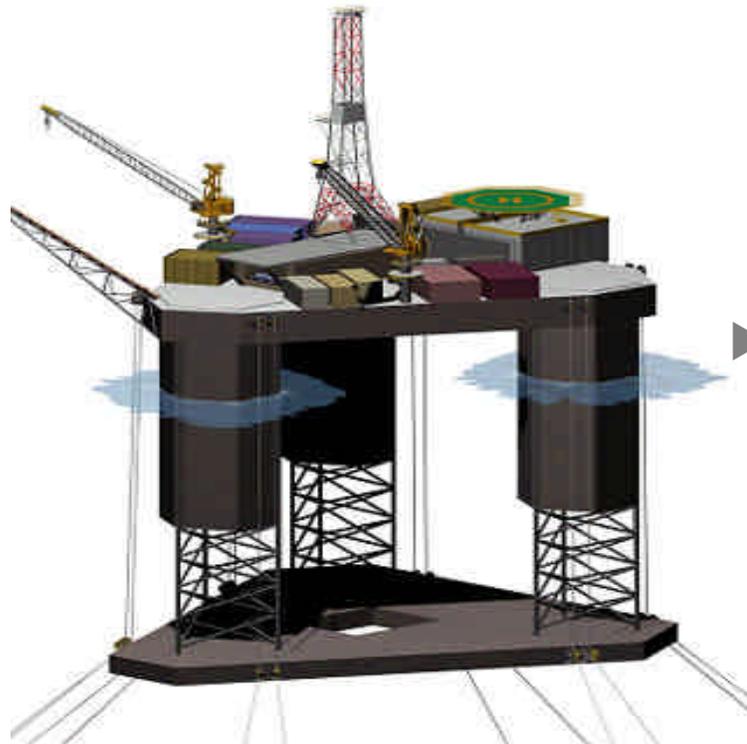


Extendable draft platform (EDP)



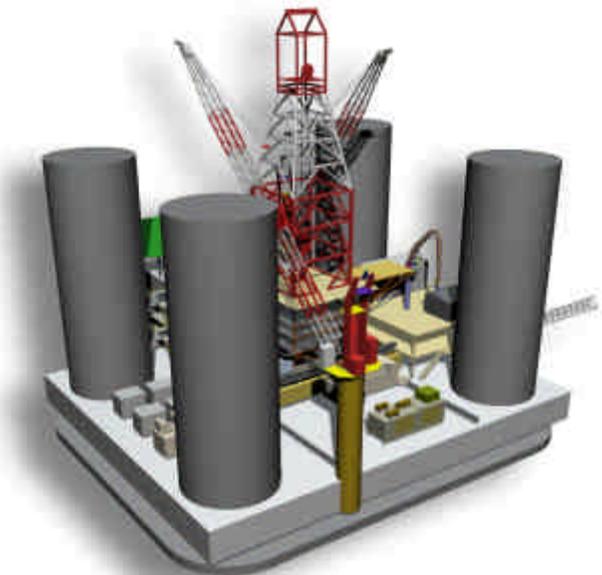
Remorquage en mer

- ▶ Extendable Draft Platform (EDP) pour forage et/ou production
- ▶ Tous les systèmes de la plateforme sont testés à terre, travaux de démarrage en mer réduits au minimum
- ▶ Convient pour de grosses exploitations, en eaux très profondes et un nombre important de puits



En opération

- ▶ Composé de :
 - Pont de type barge
 - Installations de traitement situées sur le pont
 - Jambes (buoyant column + truss)
 - Ponton (amortisseur de pilonnement)



Description d'un bateau de production (FPSO)

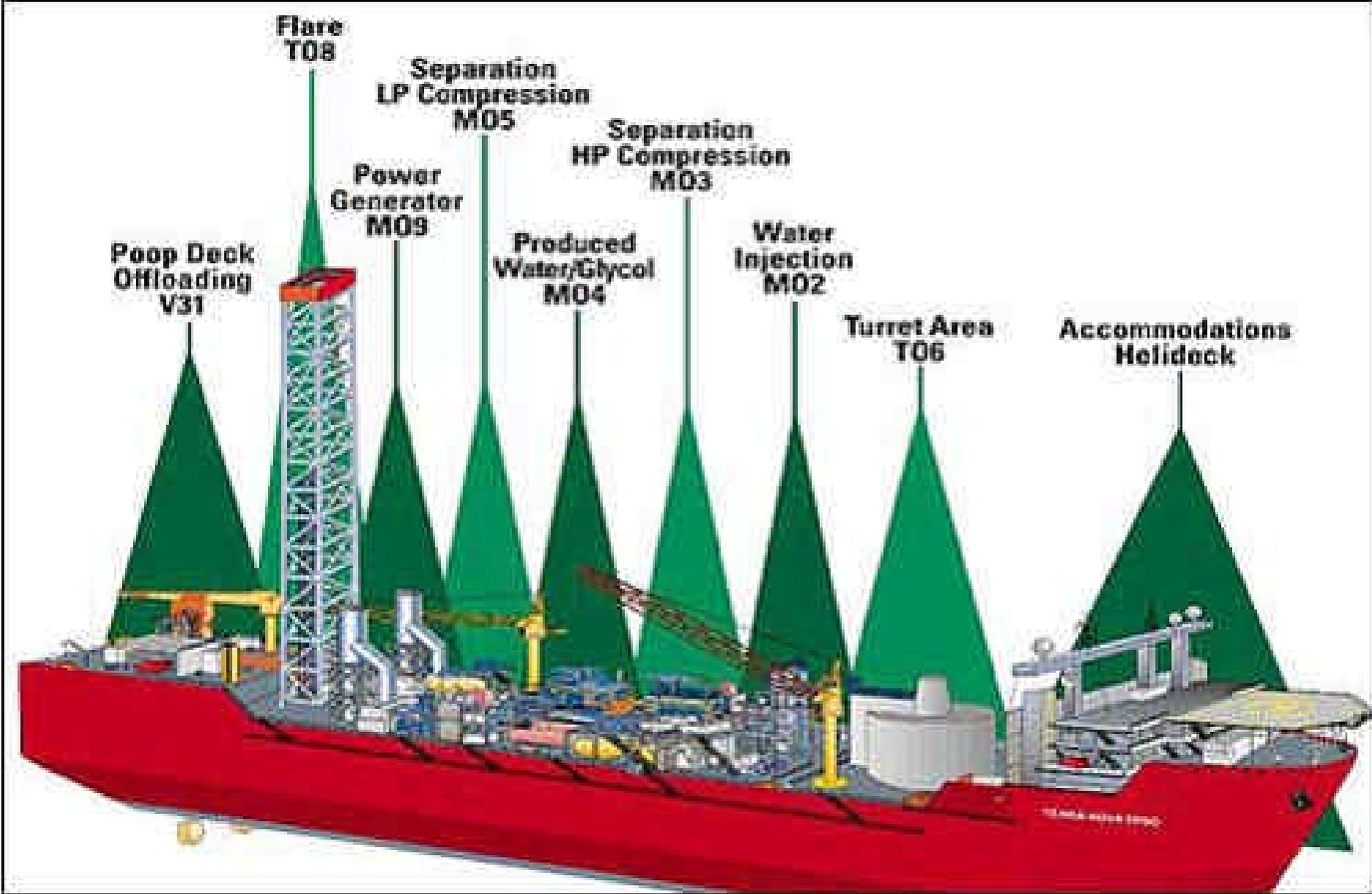
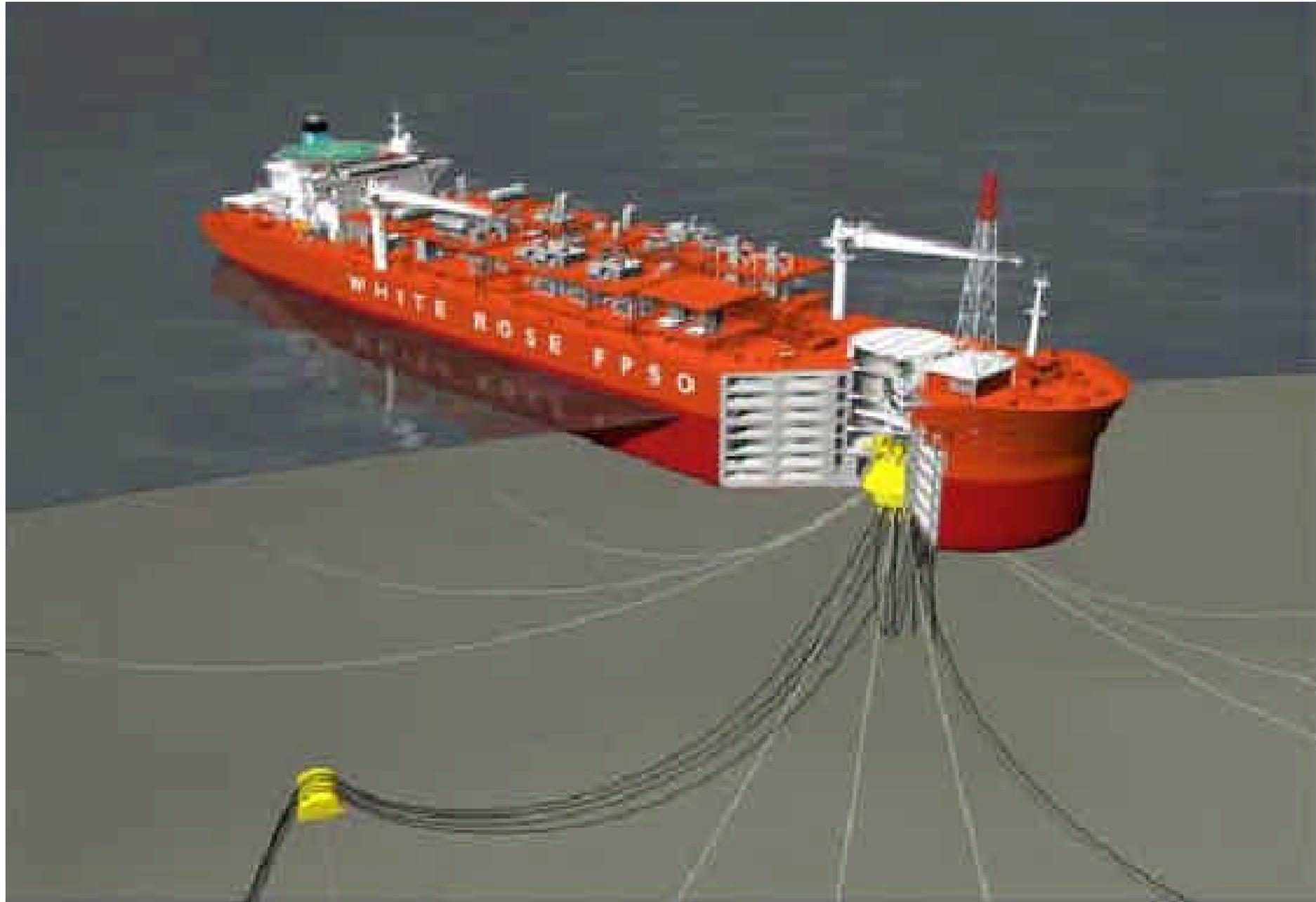


Illustration d'un bateau de production (FPSO)



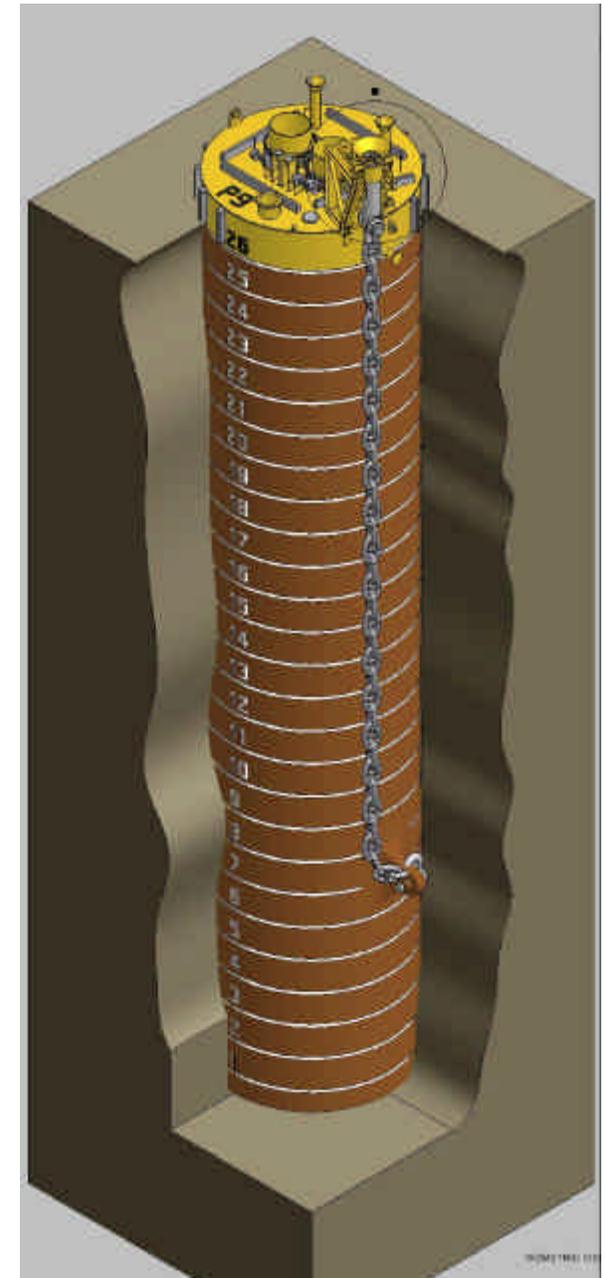
- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. REALISATION DES PLATES-FORMES
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Technologies associées :

Les systèmes d'amarrage, les liaisons fond/surface, les systèmes export

► Systèmes d'amarrage :

- Ancrage par chaînes-câbles-chaînes avec ancres à succion (voir illustration et photo)
- Ancrage avec lignes synthétiques polyester
- Lignes tendues (tendons en acier tendus entre les sub-structures sous-marines et la plate-forme en surface – limite d'application : 1 500/1 600 m maximum)

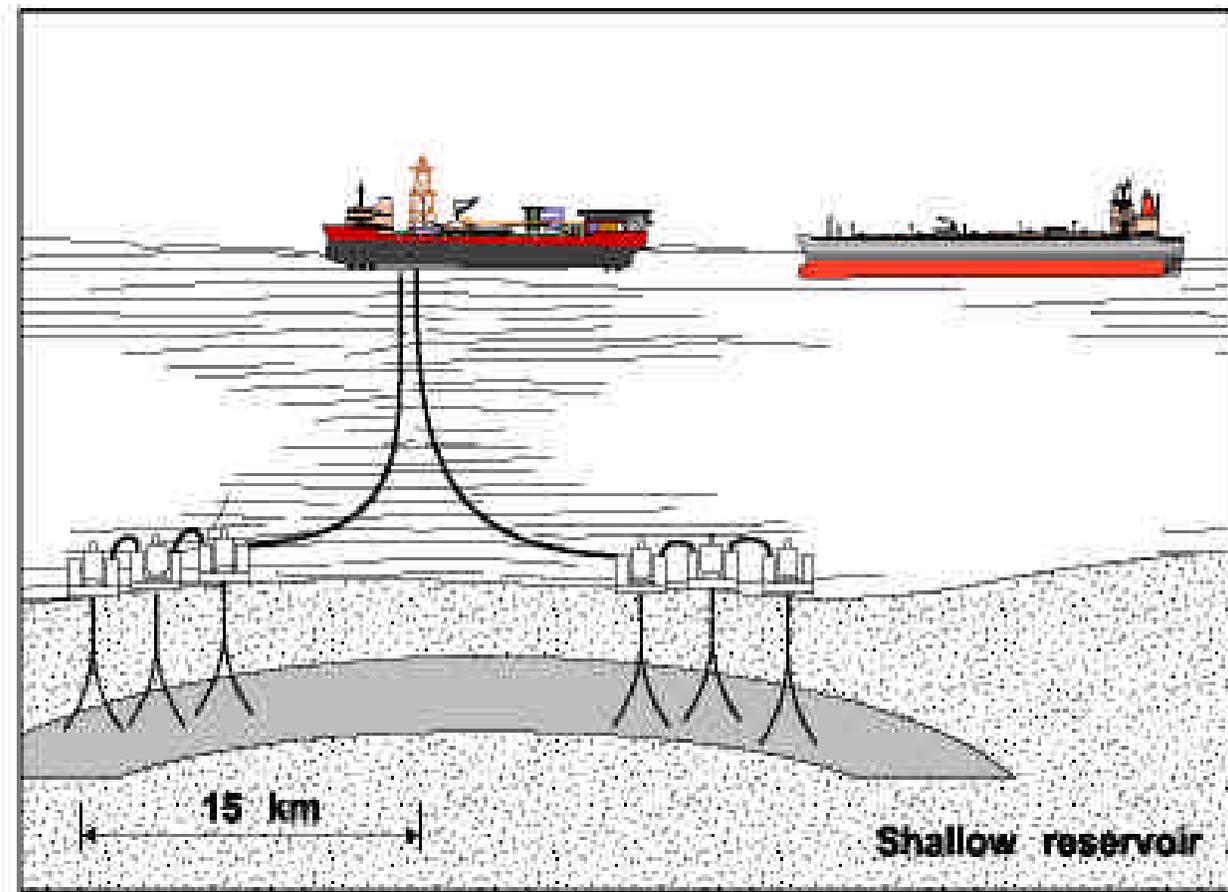
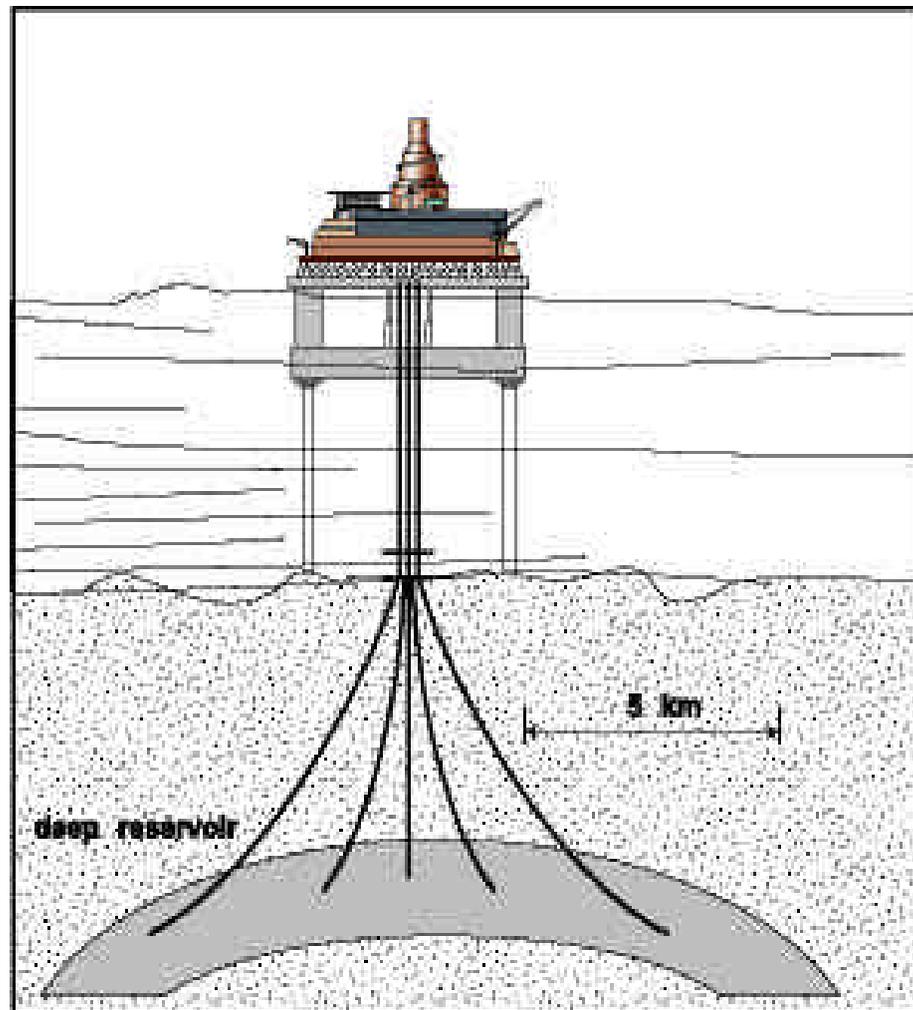


► Système fond/surface

- Tête de puits en surface, liaisons verticales suspendues par systèmes de tensionnement (soit par flotteurs, soit par vérins/accumulateurs)
- Ces systèmes sont à l'échelle d'un cheveu pour le ratio diamètre/longueur

- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. REALISATION DES PLATES-FORMES
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Plate-forme liée avec le réservoir et maintenue en position



Liaisons fond/surface - 1/2



EXEMPLE DE CONFIGURATION DES INSTALLATIONS
SOUS-MARINES ET DE LIAISON ENTRE FOND ET SURFACE

Liaisons fond/surface – 2/2

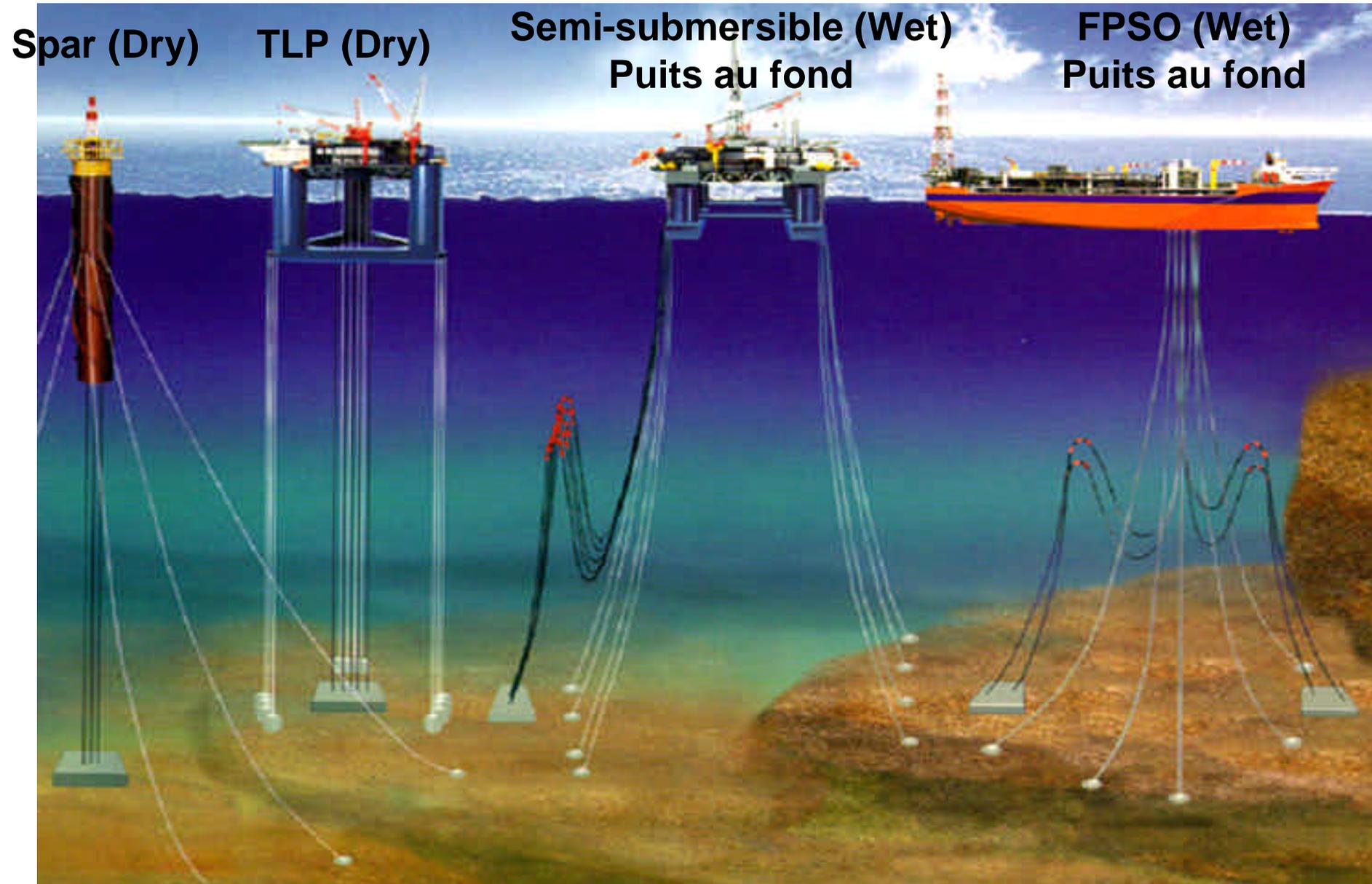
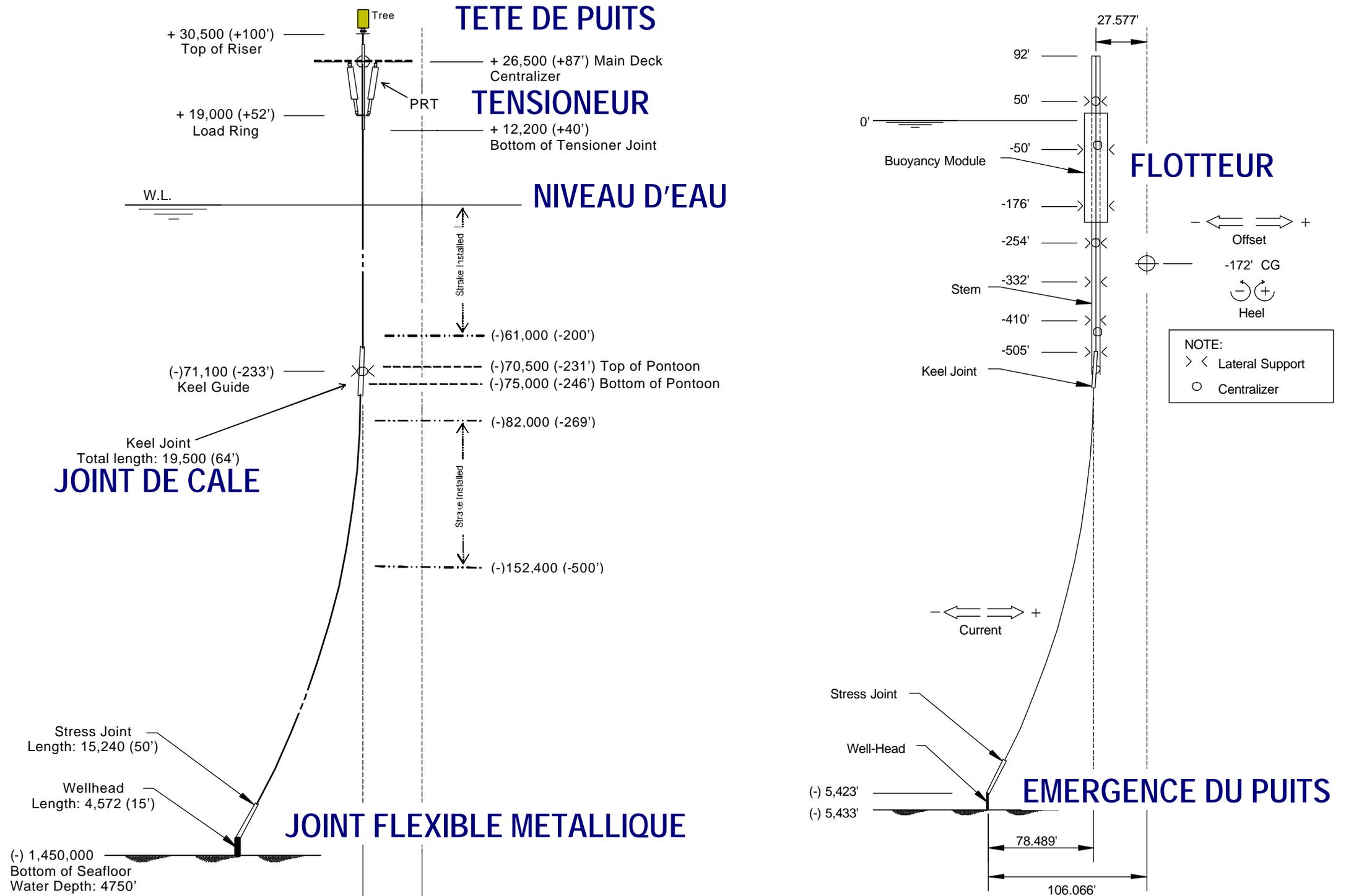


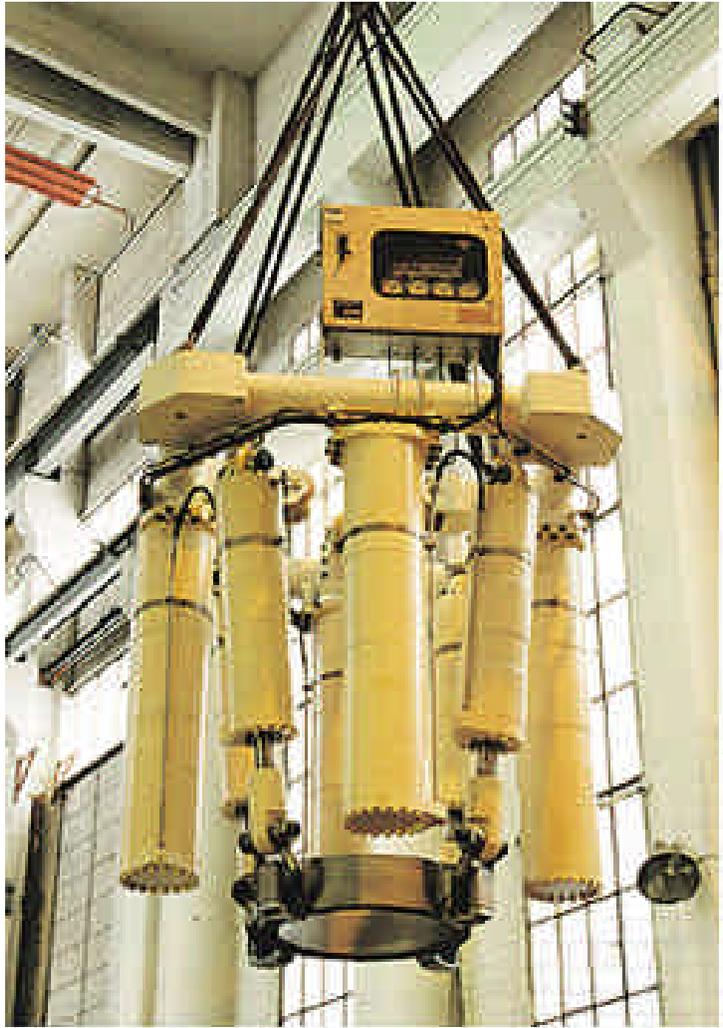
ILLUSTRATION DES LIAISONS ENTRE FOND ET SURFACE POUR DES PLATES-FORMES FLOTTANTES QUI PEUVENT ACCUEILLIR DES TETES DE PUIITS EN SURFACE. CELLES QUI NE LE PEUVENT PAS SONT RACCORDEES A DES TETES DE PUIITS SOUS-MARINES

Illustrations de liaisons fond/surface

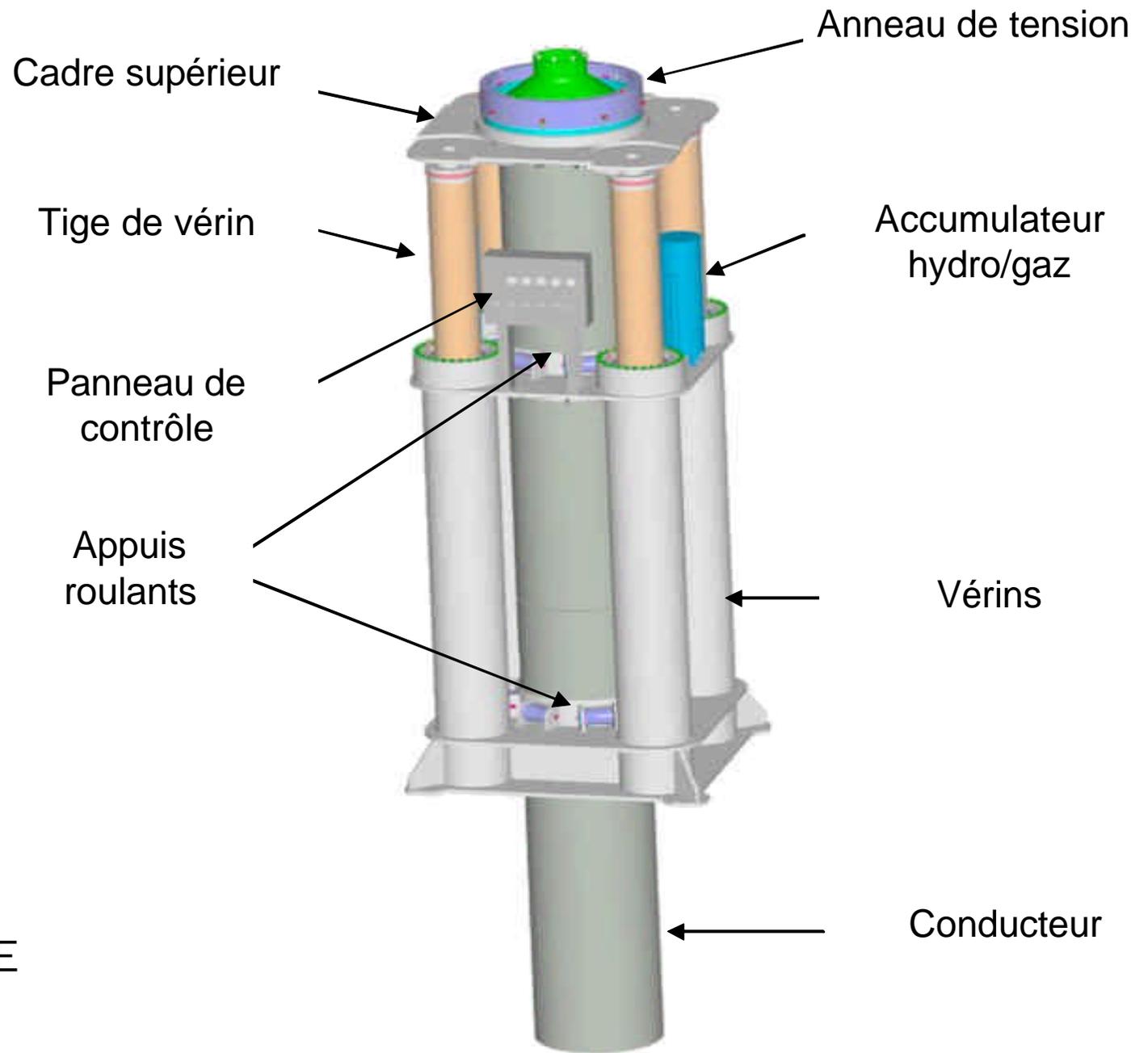


EXEMPLE DE LIAISON ENTRE FOND ET SURFACE POUR
DES TETES DE Puits SUPPORTEES PAR
UNE PLATE-FORME FLOTTANTE

Détail du « supportage » par « tenseurs » et principe de fonctionnement

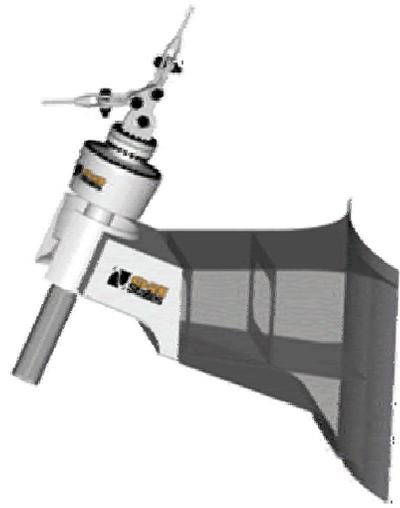


TENSIONEUR HYDRAULIQUE
SUSPENDU/TRACTION

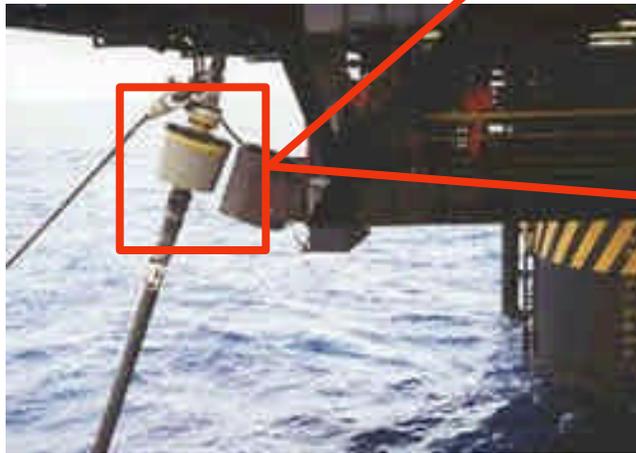


Tensioneur hydraulique de compression

Systemes auxiliaires



TENSIONEUR DE RISER



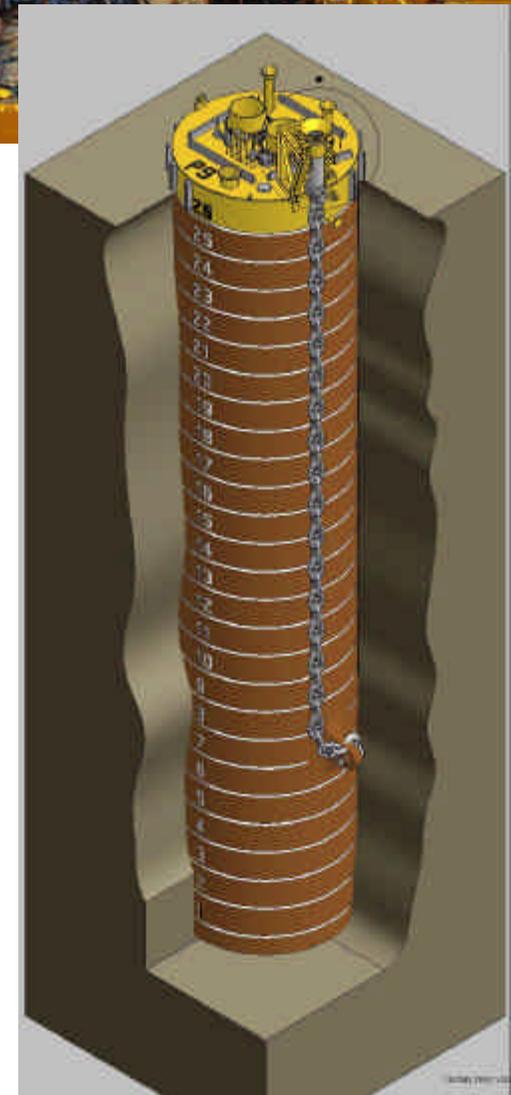
PORCHE - INTERFACE SCR



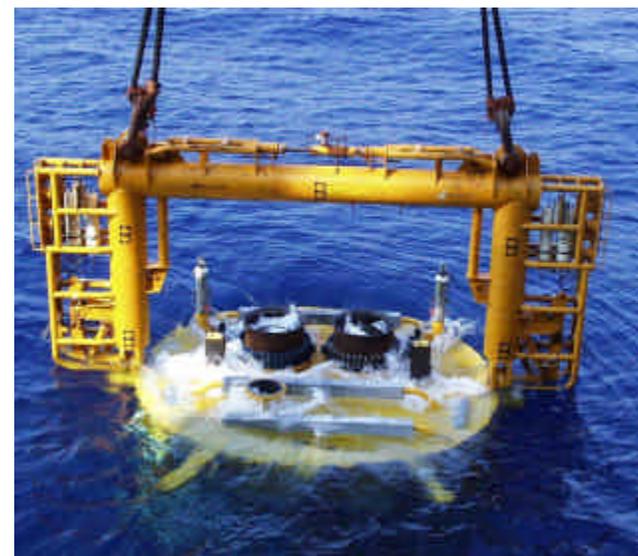
JUMPERS

- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. REALISATION DES PLATES-FORMES
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Systeme d'ancrage pour plate-forme flottante

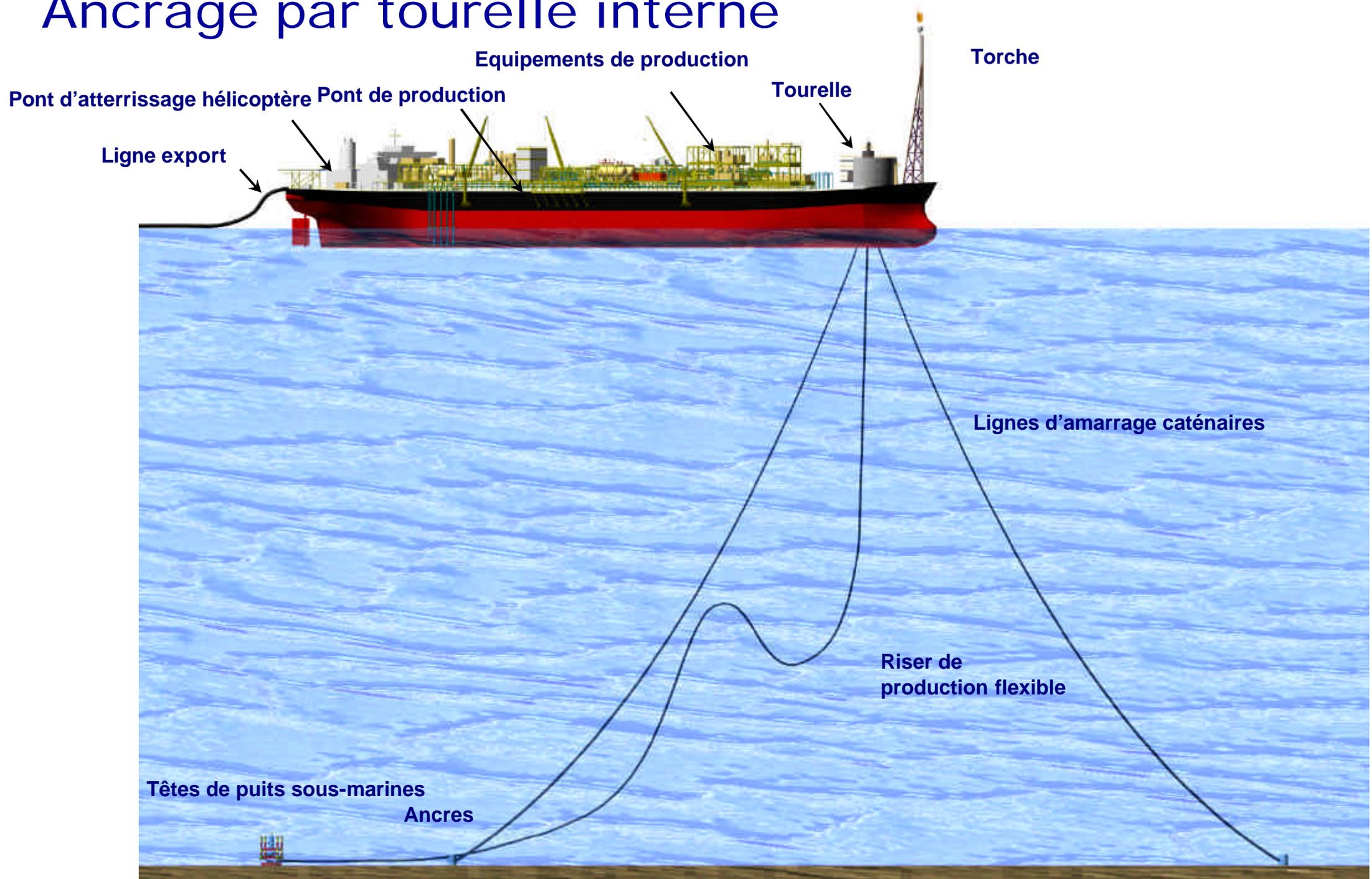


ANCRE A SUCCION



CHAINES

Ancrage par tourelle interne



LE BATEAU TOURNE AUTOUR DE SON POINT D'ANCRAGE POUR
PRENDRE LA MEILLEURE ORIENTATION COMPTE-TENU DE LA
COMBINAISON DU VENT, DES COURANTS
ET DES HOULES

Exemple de système d'ancrage d'un bateau de production (FPSO) : par tourelle interne

- ▶ **Point d'ancrage pour le FPSO**
- ▶ **Point de connexion entre le FPSO et le système sous-marin**
- ▶ **Permet au bateau de résister aux intempéries**
- ▶ **Convient aux environnements difficiles**
- ▶ **Déconnexion possible**

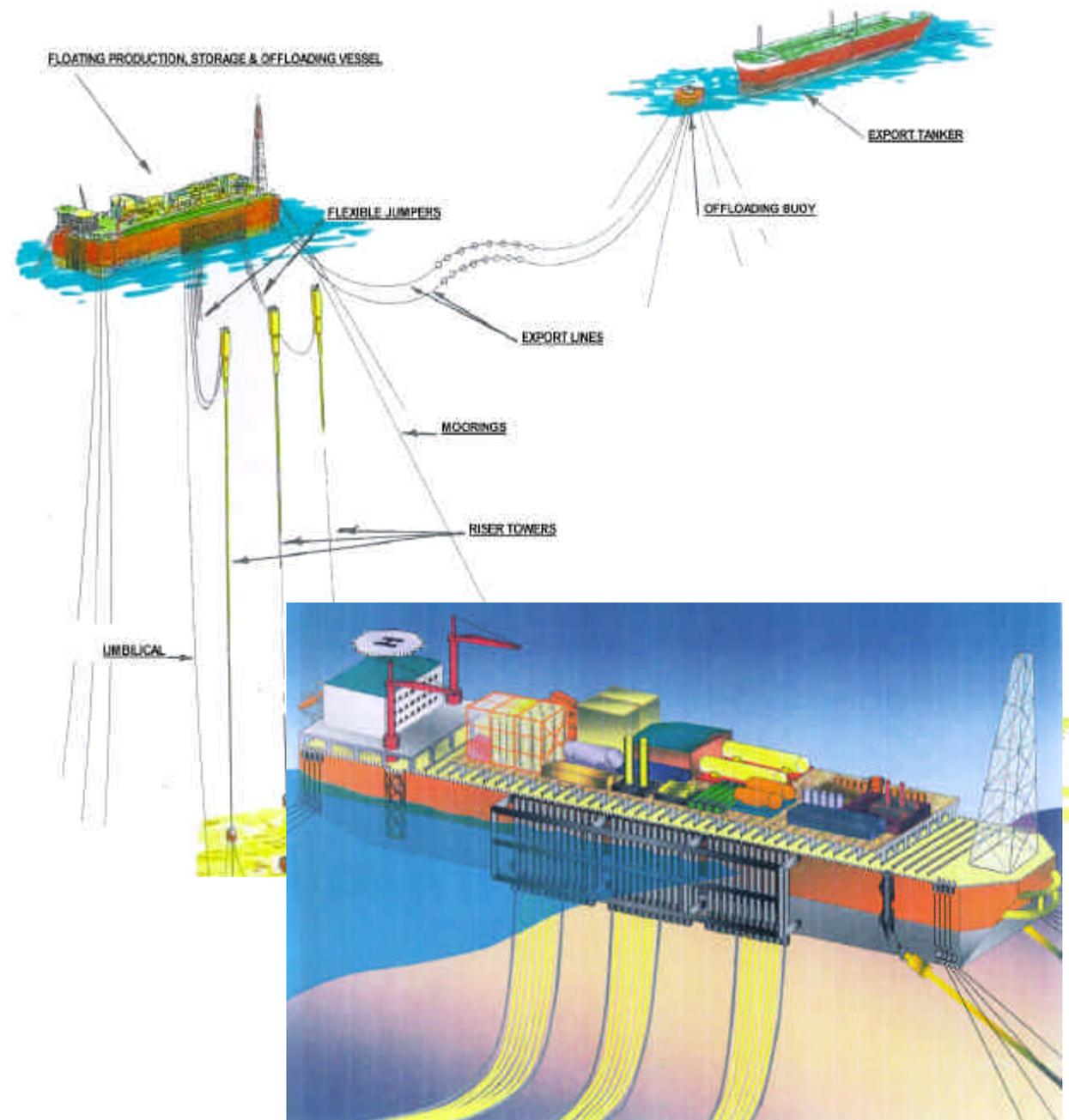


Mer du Nord, Canada

Systeme d'ancrage d'un bateau de production (FPSO) fixe sans possibilité de rotation

► Ancrage fixe réparti

- Systeme utilisant des lignes d'ancrage partant de différents points du bateau vers le fond marin
- Les risers passent sur le côté
- Pas de changement de direction
- Convient pour des environnements modérés (courants, houle et vent)



POIDS SUSPENDU POUVANT
ATTEINDRE 5 000 T

- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. REALISATION DES PLATES-FORMES
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

Systeme d'export

- ▶ **Moyen de pose de canalisation**
 - **Technique de pose en J avec tuyaux enroulés-déroulés.**
 - **Le bateau s'approvisionne à partir d'une base de fabrication de conduites en grande longueur (1,5 km) à partir de tubes de 12 m**
 - **Pose en J pas-à-pas**



Pipe-in-pipe enroulé – base de chargement de bobines (spoolbases)

- ▶ **Spoolbases de Technip**
 - **Mobile, Etats-Unis**
 - **Dande, Angola**
 - **Evanton, Ecosse**
 - **Orkanger, Norvège**
 - **Vitoria, Brésil**



Pipe-in-pipe enroulé - illustration

Option 2:
Steel Catenary
Risers

SCR

ANCHOR

STEEL
FLOWLINE

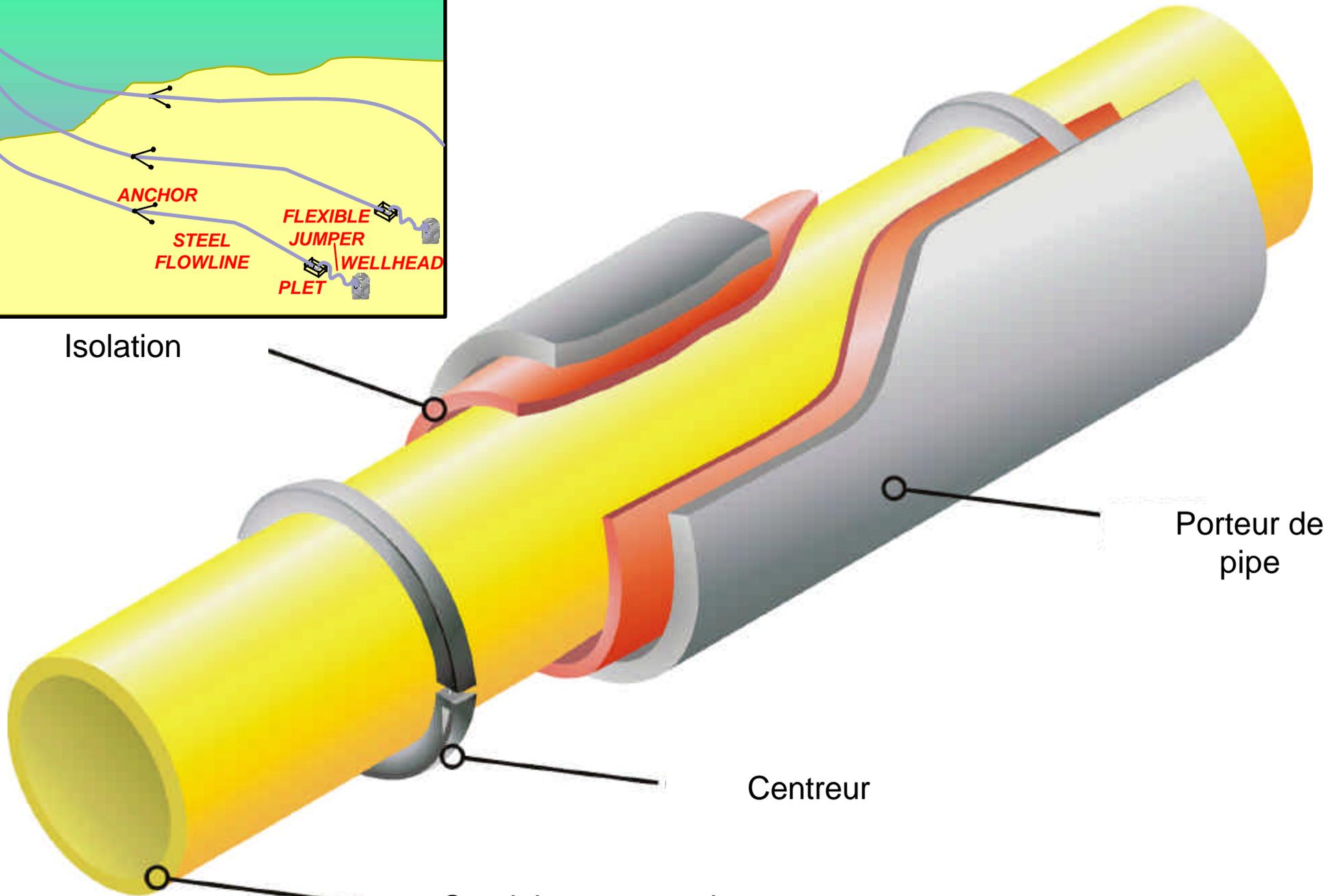
FLEXIBLE
JUMPER
PLET
WELLHEAD

Isolation

Porteur de
pipe

Centreur

Conduite sous-marine

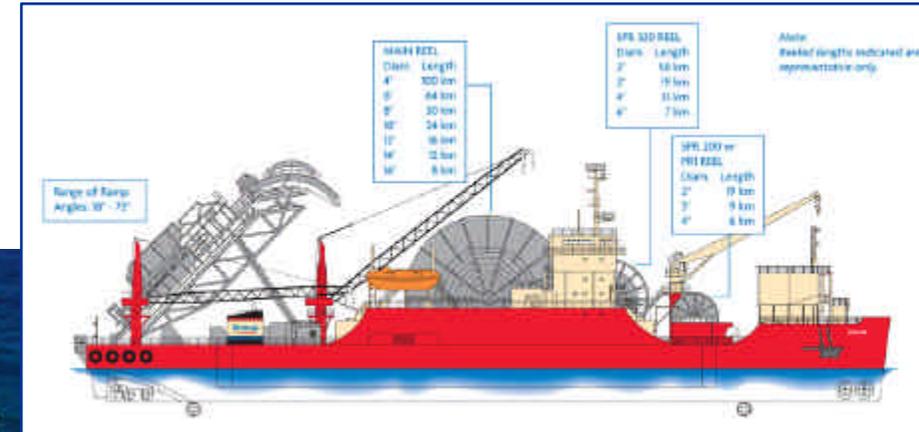
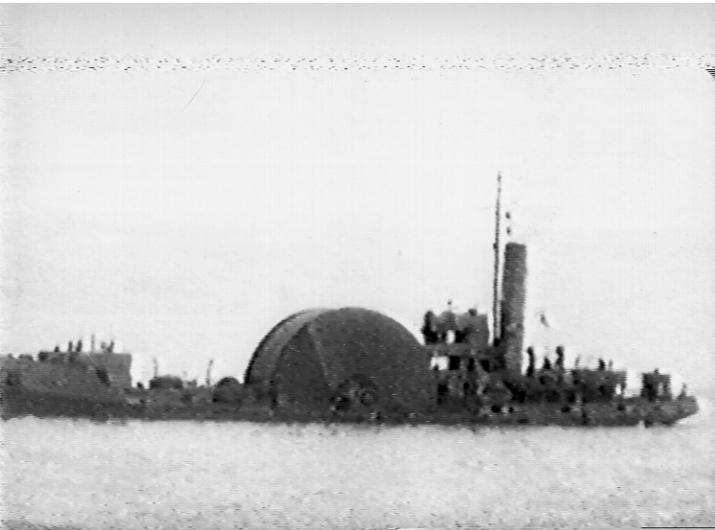


Pipe-in-pipe enroulé – histoire de l'enroulement

PLUTO 1945

“Pipeline sous l’océan” – 3” x 40km

Bobines flottantes



CSO Apache 1979
Jusqu'à 16"

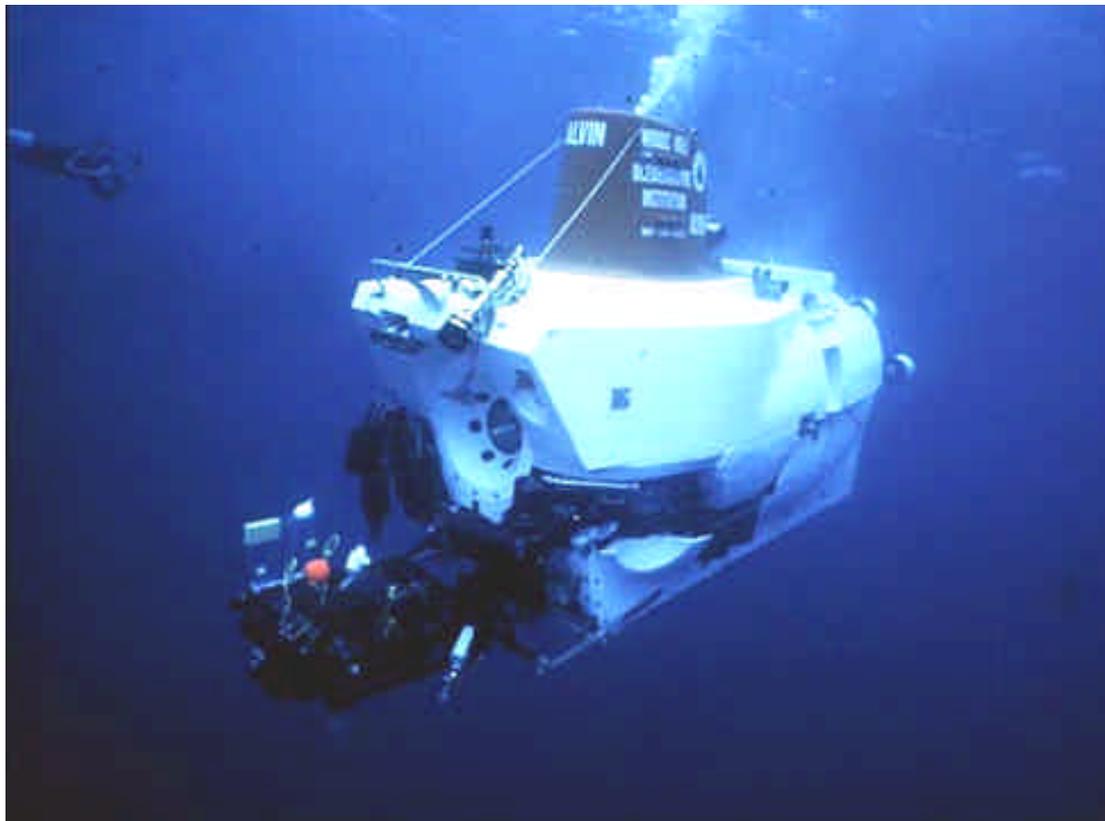


Deep Blue 2002
Jusqu'à 18"

Systemes d'intervention sous-marine

► Robotique sous-marine

- Exemple : machine à trancher
- ROV (véhicule opéré à distance)
- Pour inspection et contrôle visuel mais aussi pour intervention sous-marine (ouverture, fermeture de vannes, déclenchement de systèmes mécaniques...)



Trancheuse - Triton® T800



- ▶ **Puissance 800 HP / profondeur d'eau 2 500 m (record pour la puissance la plus élevée et dans une profondeur d'eau jamais égalée pour un véhicule opéré à distance)**

- I. UN PEU D'HISTOIRE
- II. INTRODUCTION
- III. DEFINITION
- IV. TYPES DE PLATES-FORMES
 - 1. Présentation de plates-formes fixes
 - 2. Présentation de structures flottantes
- V. REALISATION DES PLATES-FORMES
 - 1. Ingénierie
 - 2. Construction-Transport-Installation
 - a) Installation et transport assistés
 - b) Systèmes partiellement ou totalement auto-installables
- VI. TECHNOLOGIES ASSOCIEES
 - 1. Liaisons fond/surface
 - 2. Systèmes d'ancrage
 - 3. Systèmes d'export et d'intervention sous-marine
- VII. DEVELOPPEMENT FUTUR

DEVELOPPEMENT FUTUR : GAZ NATUREL LIQUEFIE

- 1) **Production en mer de gaz naturel liquéfié**
 - 2) **Terminaux gaziers export/import de gaz naturel liquéfié**
-
- ▶ **Problème posé par la très basse température du GNL : - 163°C (métallurgie, isolants...)**
 - ▶ **L'évolution des technologies ouvre la possibilité d'exporter le gaz sous forme liquide et ainsi de pouvoir envisager des méthodes comparables à la production d'huile**

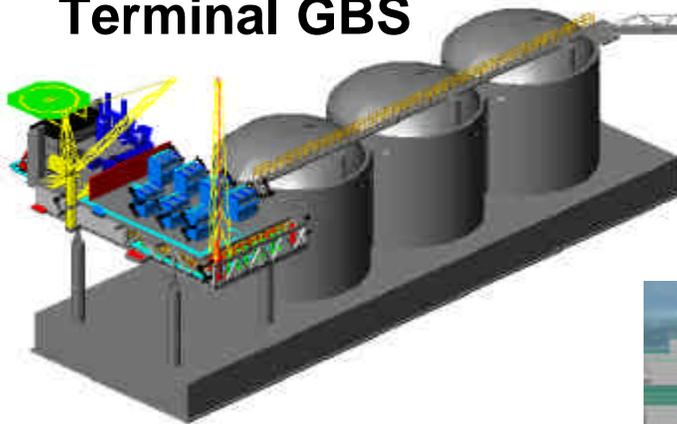
GNL offshore - Différents systèmes d'exploitation

Eaux peu profondes

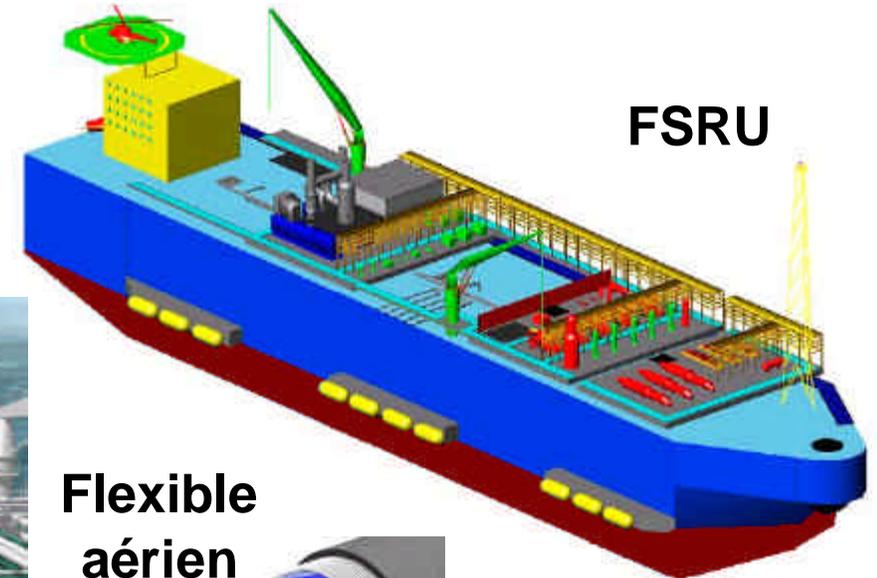
Grands Fonds



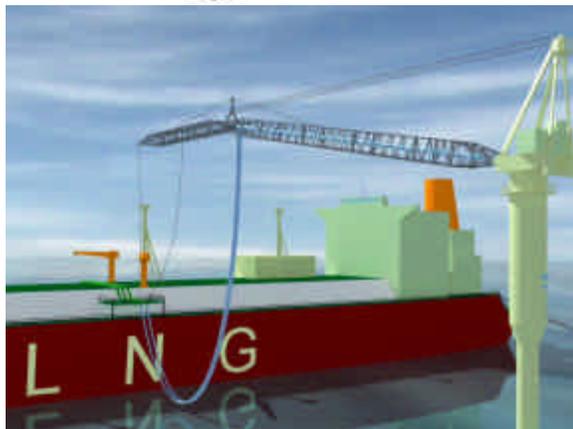
Terminal GBS



Déchargement côte-à-côte

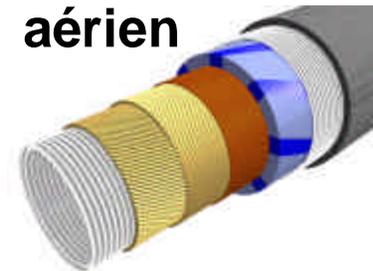


FSRU

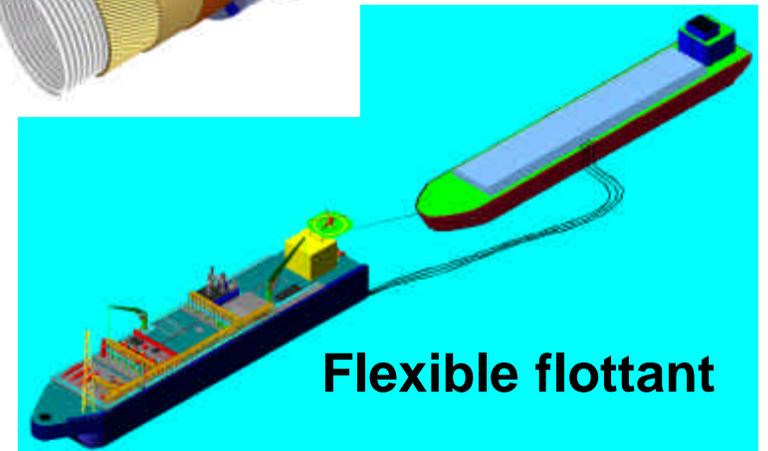
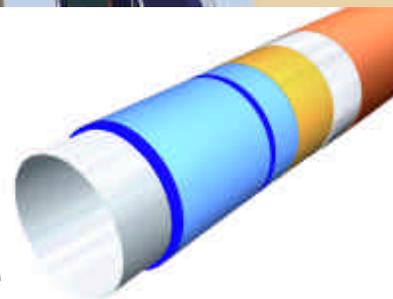


Station de déchargement

Flexible aérien



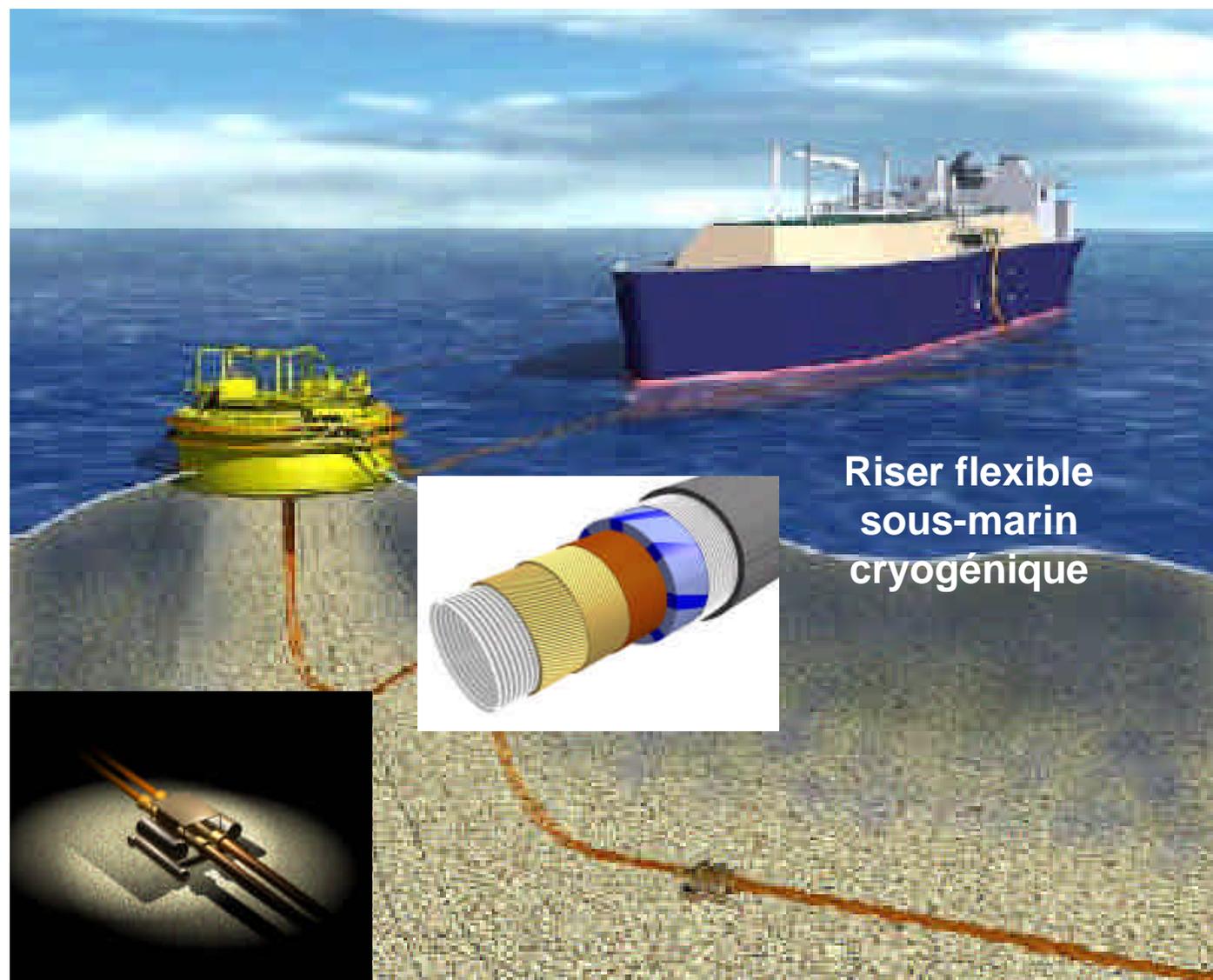
PIP Cryogénique



Flexible flottant

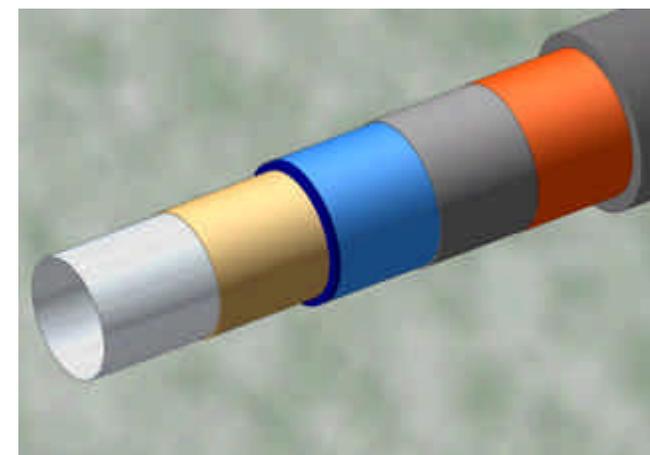
GNL offshore – Système de chargement isolé de GNL offshore

- ▶ Application potentielle pour chargement/déchargement de bouées d'amarrage isolées (SBM) situées dans des eaux côtières peu profondes et reliées à des usines à terre – concerne seulement le chargement/ déchargement de pétrole.



Riser flexible
sous-marin
cryogénique

Tuyaux flexibles
cryogéniques flottants
et aériens



Pipe-in-pipe cryogénique
rigide

Tests de qualification de pipe-in-pipe cryogénique



Invar Bulkhead



**Une partie de l'enveloppe
extérieure d'un pipe de 32" S/S**



Prêt pour expédition



**Test hydraulique
à 33 bars**



Merci de votre attention