



TOTAL
EXPLORATION & PRODUCTION

PAZFLO

A GIANT DEEP WATER PROJECT

A TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH
IN DEEP OFFSHORE DEVELOPMENTS



Louis BON
Directeur du projet Pazflor

Maison des Arts & Métiers
19 décembre 2011



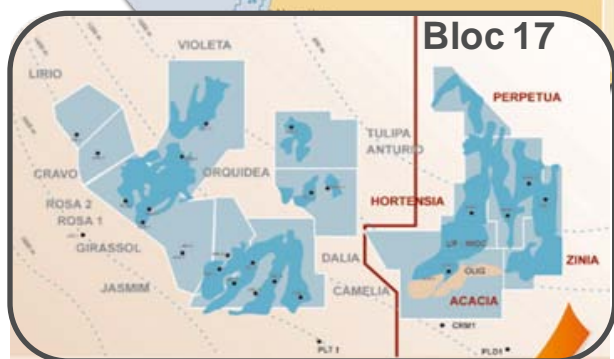
Plan

1. Vidéo intro (séquence épisode FR2)
2. Description générale
3. Le FPSO : la partie émergée de l'iceberg Pazflor
4. SURF : le réseau de collecte
5. La séparation sous-marine : sous le signe de l'innovation
6. Le forage
7. HSE
8. Local content et environnement
9. Conclusion

Description générale



- Bloc 17 - offshore de l'Angola (150km de Luanda)
- Profondeur d'eau : 600 à 1 200 m
- Développement en parallèle de 4 réservoirs
- Brut miocène lourd et visqueux
- Plus grand projet opéré par Total
- Défis HSE très importants
- **Première technologique mondiale** pour la séparation sous-marine



Miocène : 65% des réserves

- Enfouissement : ~1100 m
- Pression du réservoir : ~200 bar
- Huile lourde (17-22° API)
- Viscosité élevée (16-64 cP@60°C)

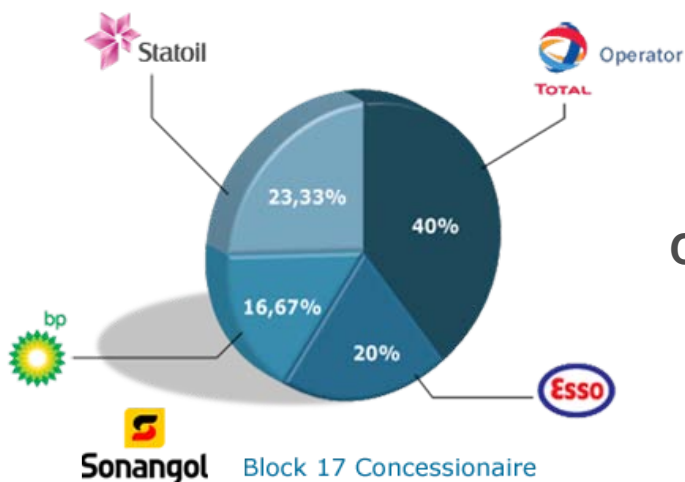
Oligocène : 35% des réserves

- Enfouissement : ~2000 m
- Pression du réservoir : ~350 bar
- Huile légère (35-40° API)
- Faible viscosité (<1 cP@110°C)

Description générale



- 49 puits à forer : ~590 millions de barils de réserves
- 3 000 jours de forage
- 32 millions d'heures/homme et 4 500 personnes en pic à travers le monde
- Plus grand FPSO jamais construit
- Réseau sous-marin le plus complexe
 - 11 000 tonnes d'équipement sous-marin
 - 180 km de pipelines et 84 km d'ombilicaux
- 220 000 b/j en plateau de production
- Durée de vie des équipements > 20 ans
- Mise en huile 24 août 2011 (Déc.2007 + 43,7 mois)

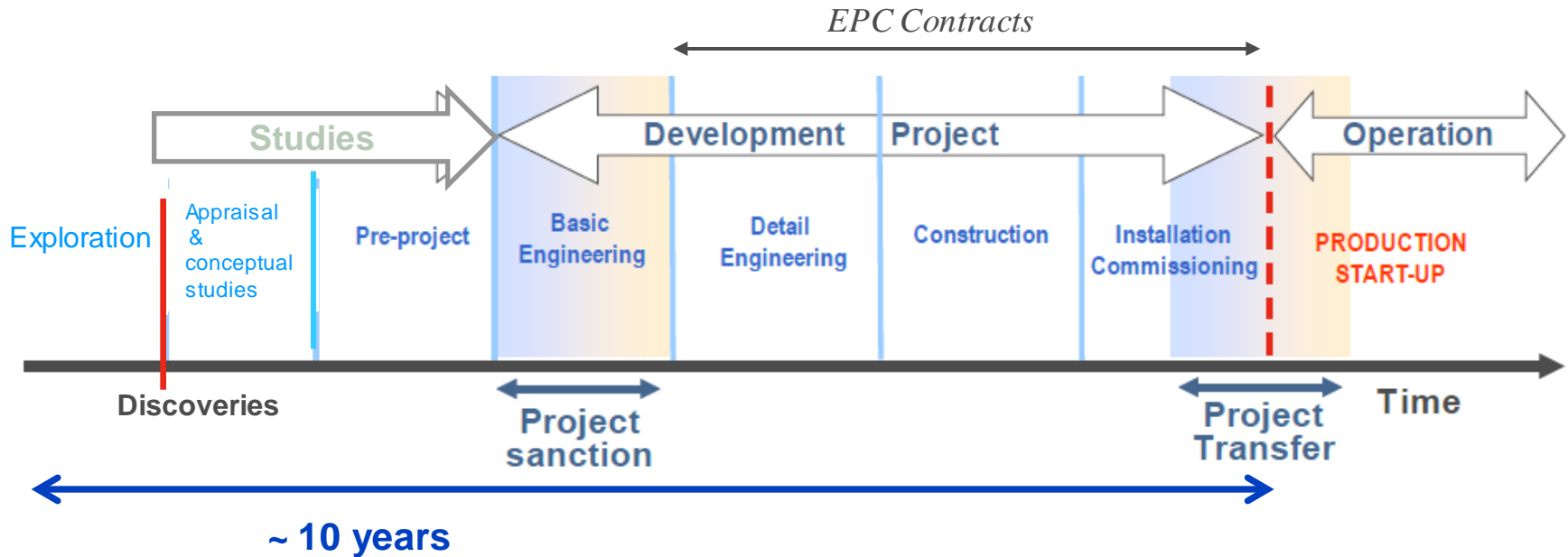


Contrat de partage de production

E&P Project Phases

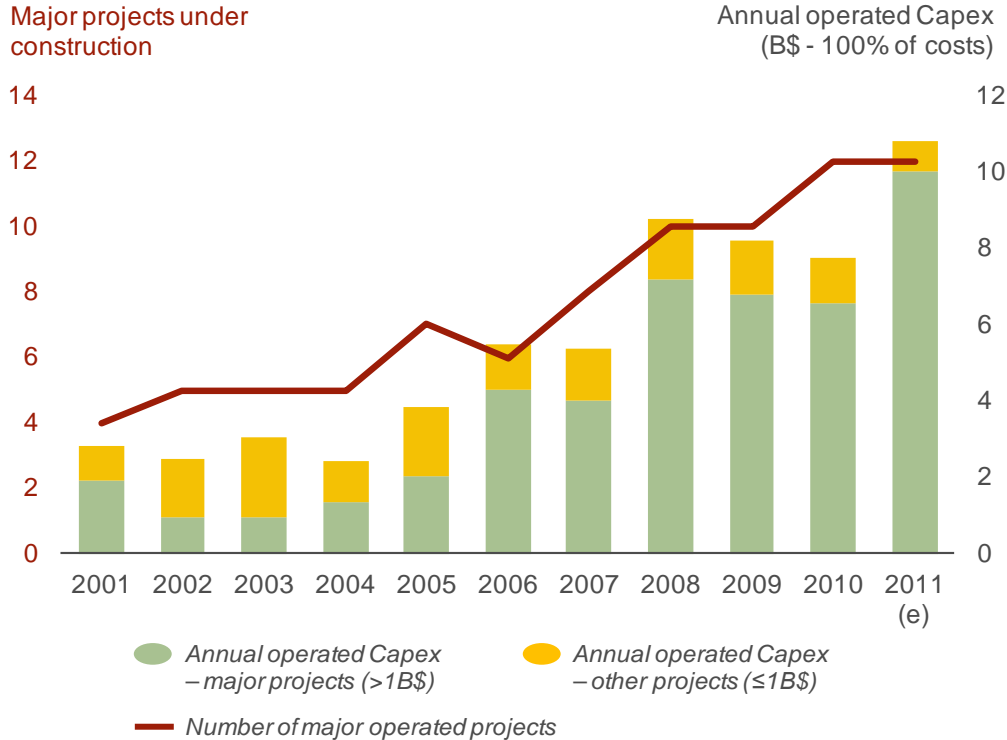


“Quality engineering and faster execution...”



- ▶ **Appraisal & Conceptual to SELECT** optimum development scheme and confirm major technical solutions
- ▶ **Pre-Project to DEFINE** the Statement Of Requirements (SOR) : A key document to start a Project on excellent basis
- ▶ **Basic engineering to PREPARE** a competitive Call For Tender and **SECURE** EPC Lump Sum contracts whenever possible
- ▶ **Execution Phase to DELIVER** the project by managing the EPC contractors until operation hand-over at production start-up

E&P : Major* project management expertise



2005-2011 : 7 major projects delivered

- ✓ Dalia, Rosa, Moho Bilondo, Dolphin (in JV), Akpo, Yemen LNG (in JV) and Pazflor

2012-2015 : 10 more major projects to be on stream

- ✓ Usan, GirRI, CLOV, Laggan Tormore, Tempa Rossa, OML 58 Upgrade, Anguille rdvpt, Kharyaga Ph.3, Ofon Ph.2, West Franklin Ph.2

Broad experience

- ✓ HP/HT, LNG, deep offshore, sour gas, heavy oil

Ability to share experience with partners on giant developments

- ✓ Ichthys, Gladstone LNG in Australia
- ✓ Shtokman, Yamal LNG in Russia
- ✓ Heavy oil projects in Canada



* : project with CAPEX 100% > 1 B\$

Système Flottant de Production et de Stockage (FPSO)

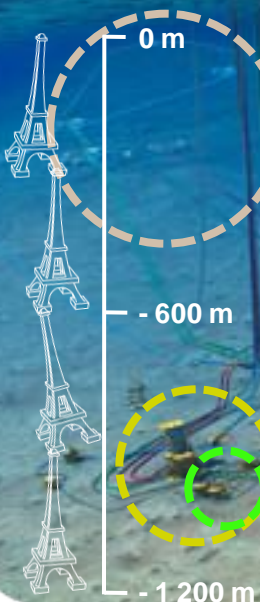
- Capacité de stockage : 1,9 million de barils
- Production de brut cible : 220 000 b/j

Puits

- 49 puits (23 au démarrage)
- Oligocene: 7 producteurs, 5 injecteurs d'eau et 2 injecteurs de gaz
- Miocene: 18 producteurs, 17 injecteurs d'eau

Séparation Sous-marine et Systèmes de Production (SSPS)

**3 unités de séparation sous-marines :
UNE PREMIERE TECHNOLOGIQUE MONDIALE**



Risers et ombilicaux sous-marins
Longueur totale des pipelines : 180 km
Longueur totale des ombilicaux : 84 km

Un réseau sous-marin très étendu



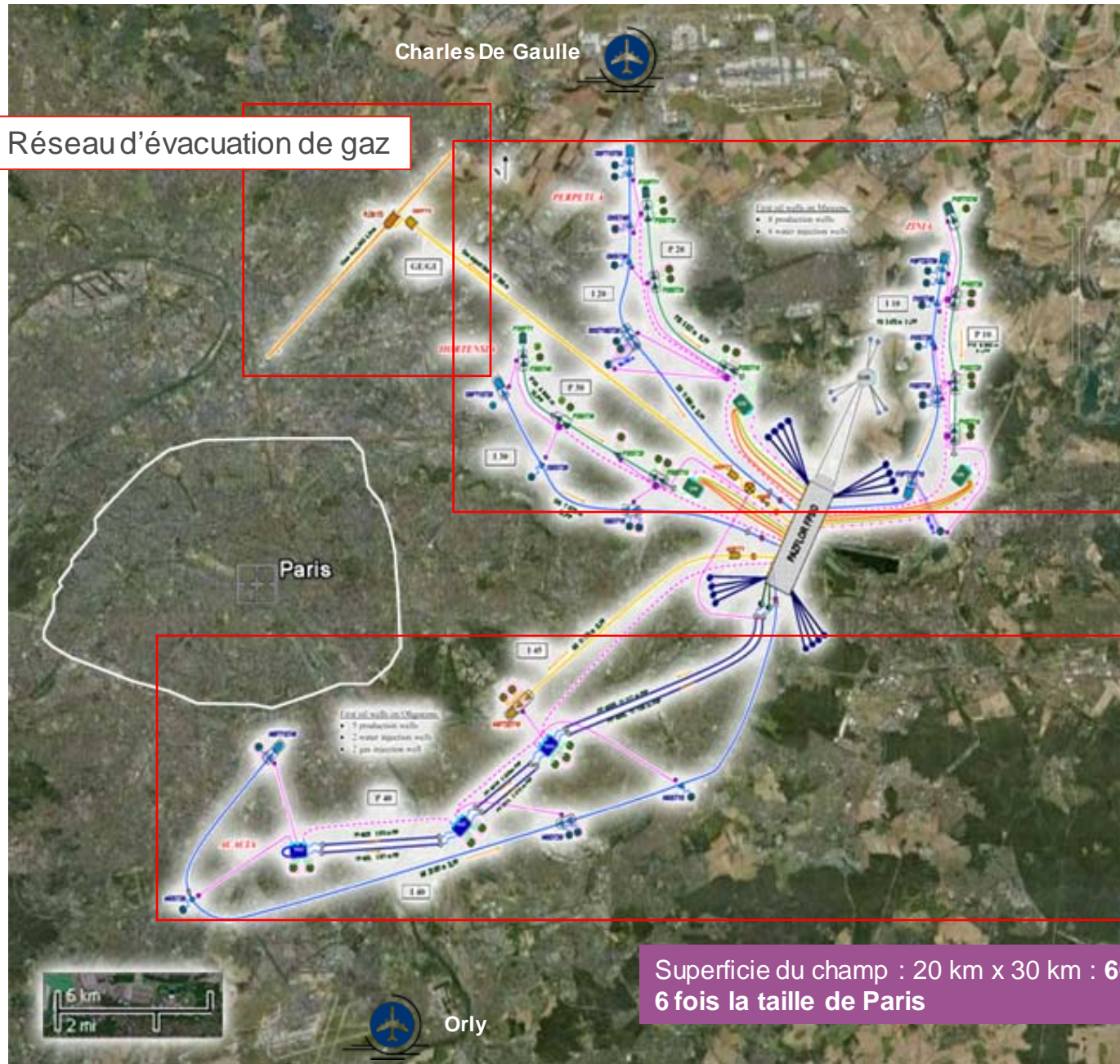
*In-Depth Experience,
Bold Technology*

Réseau d'évacuation de gaz

Miocene lines
P10 Zinia
P20 Perpetua
P30 Hortensia

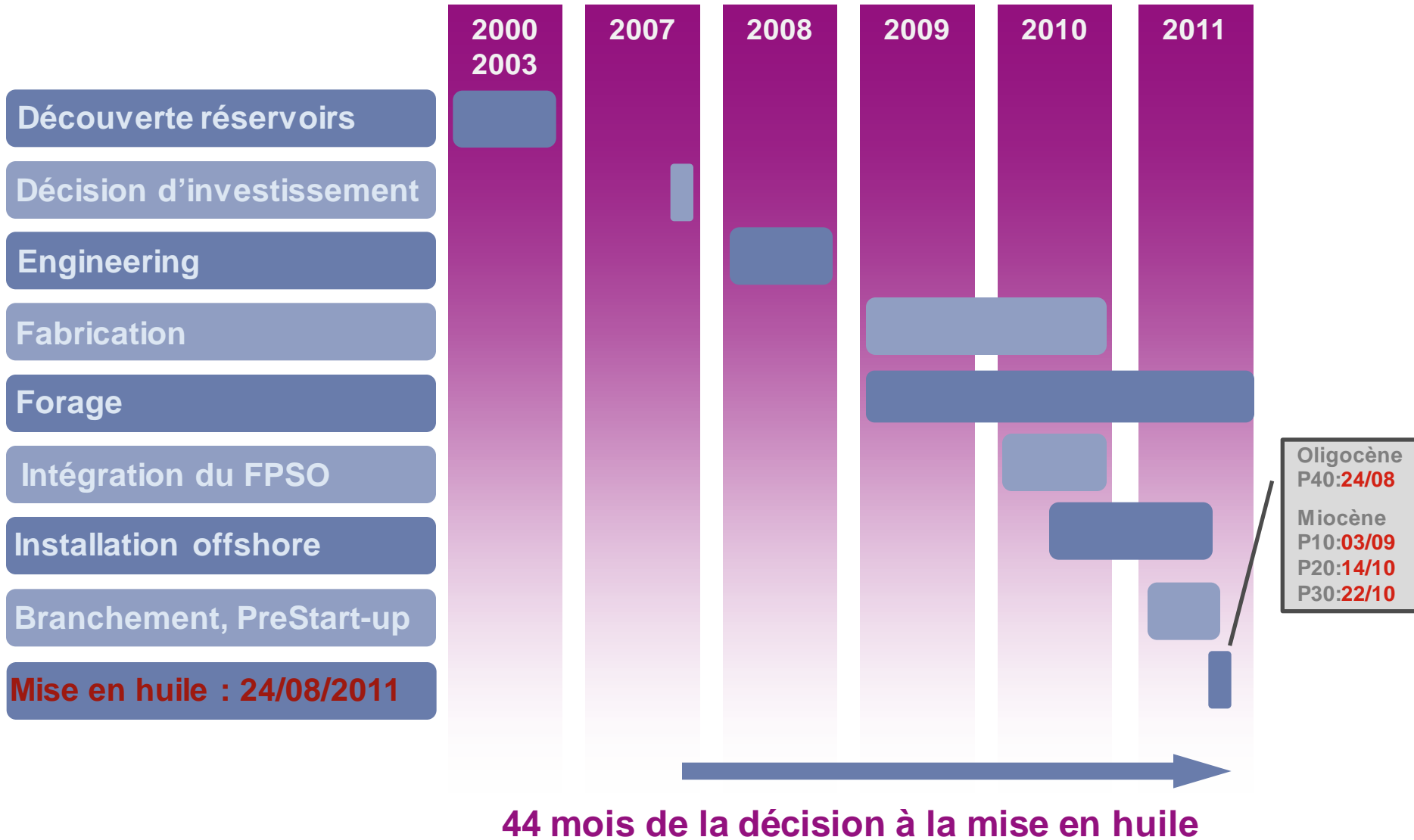
Oligocene line
P40 Acacia

Superficie du champ : 20 km x 30 km : **600 km²**
6 fois la taille de Paris



Planning général

Un projet ambitieux conduit avec succès... et un démarrage en avance



Project teams & manpower

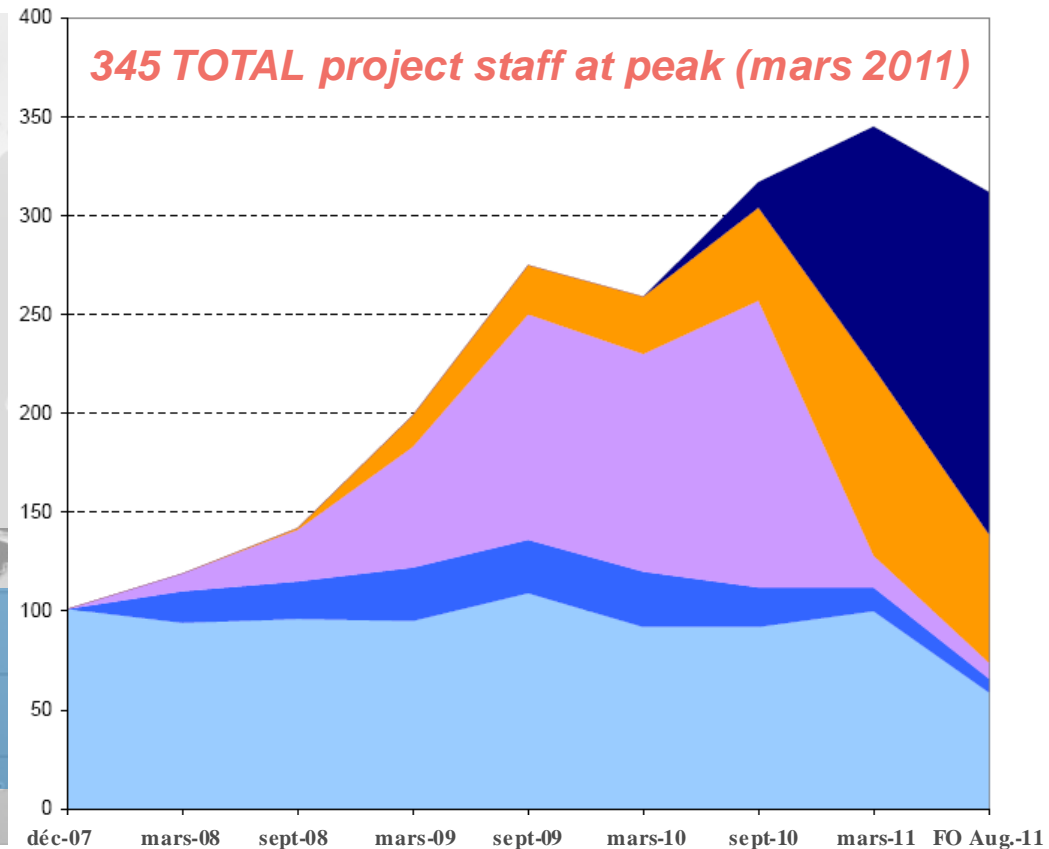
From project sanction (2007) to First Oil (2011)

- High Tech project requires:

- Global Mobility
- High skilled people
- Complex logistics
- HSEQ above all...

- 32 million man-hours on 4 continents

- 4.500 workers at peak



- France (Paris, Pau, ...)
- Norway (Asker, Tonsberg, Horten, ...)
- Korea (Okpo)
- Angola (Luanda, Lobito, Dande)
- Offshore (Installation, Tow, Hook-Up, Start-up)

FPSO (Système Flottant de Production et Stockage)

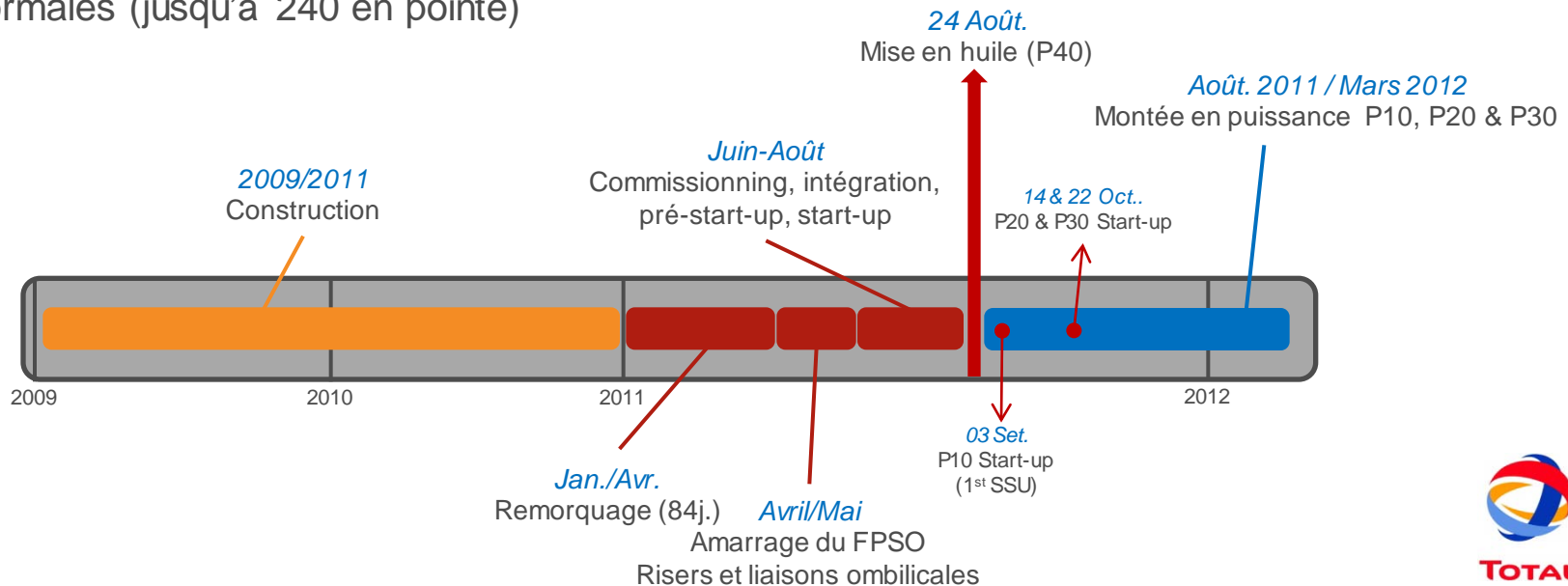
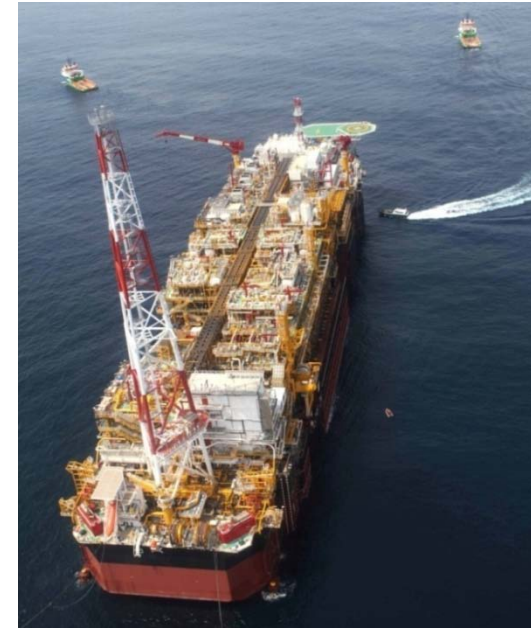


In-Depth Experience,
Bold Technology

- Dimensions : 325m x 61m x 32m
- Masse : 120 000 tonnes (coque + ponts)
- 15 modules + 1 module à venir pour les upsides

Construit en 2 ans de 2009 – 2011

- Production cible : 220 000 b/j
- 2 bruts différents (Miocene et Oligocene)
- Stockage: 1,9 million de barils
- Capacité d'accueil de 180 personnes en conditions normales (jusqu'à 240 en pointe)



TOTAL

Modules du pont (topside)

P1 Main E&I Building

P2 Sea Water Injection


P3 Sea Water Treat. & Util.



P4 Prod. Man. Separation

P5 Dehyd./Oil Treat. Methanol Inj.

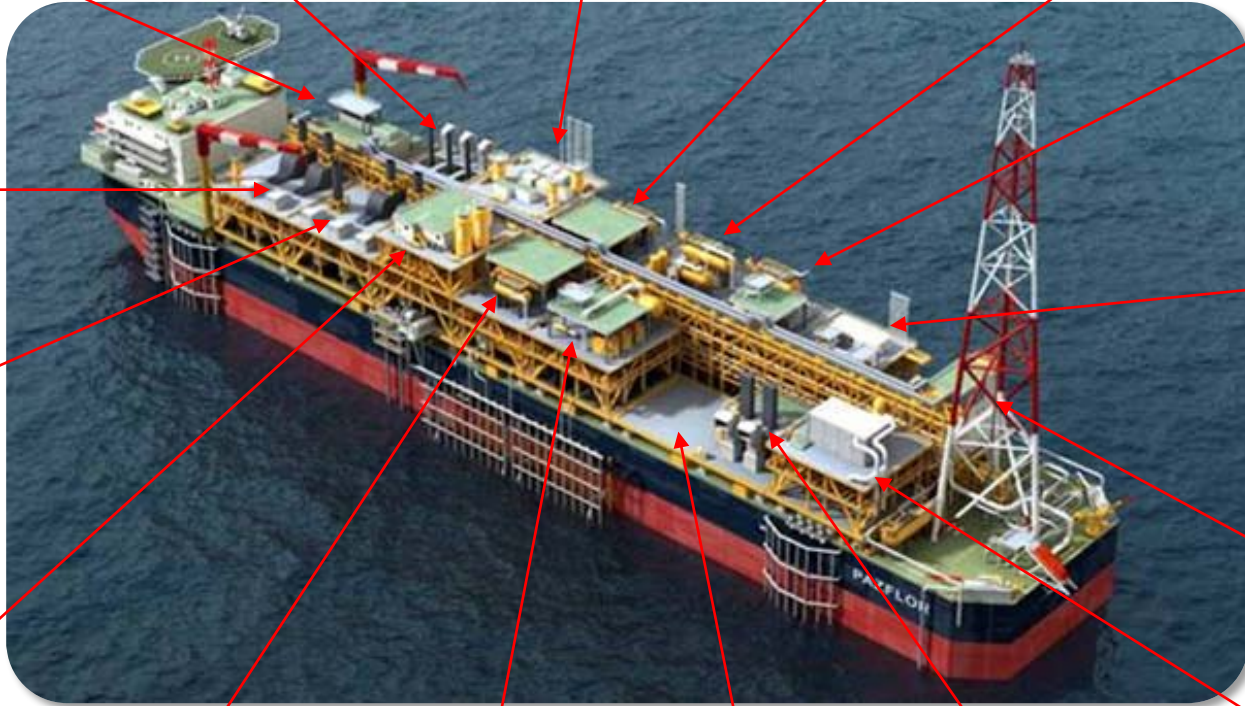
P6 Prod. Water Treat. LLP Gas Comp.



S1 Power Gen. & Hot Water


S2 Power Gen.

S3 Sea Water Treatment

P7 Gas Dehyd. FG Treatment Gas Metering


P8 HP&HHP Gas Compression & E&I Building



S4 Prod. Man. & Separation


S5 Dehyd./Oil Treat. Dead Oil Recirc.

S6 Future Module



S7 LP&MP Gas Compression

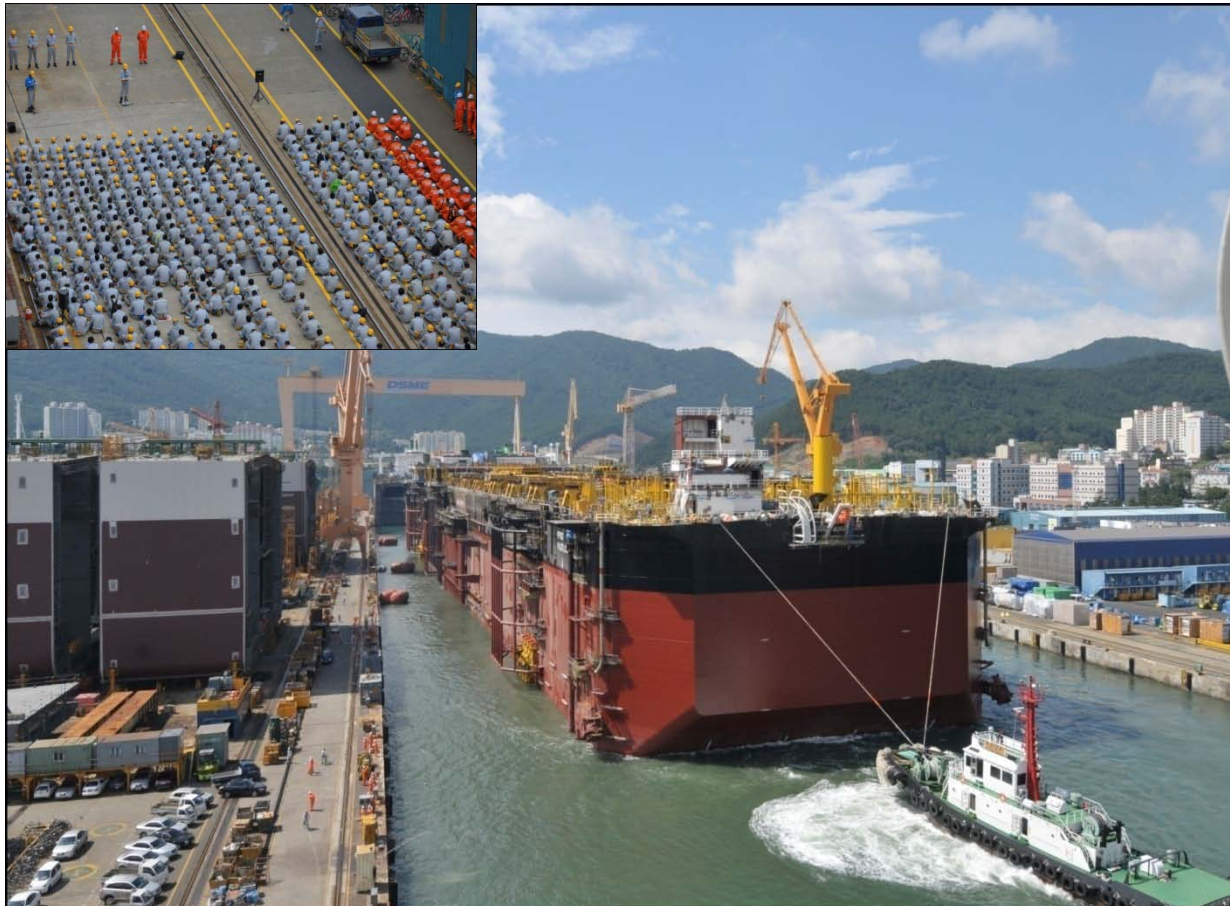
S8 Oil Offloading & Oil Metering




L'Odyssée du FPSO

Okpo (Corée du Sud), 12 septembre 2009

Mise à l'eau de la coque



L'Odyssée du FPSO

Okpo (Corée du Sud), janvier 2011

Baptême et appareillage du FPSO

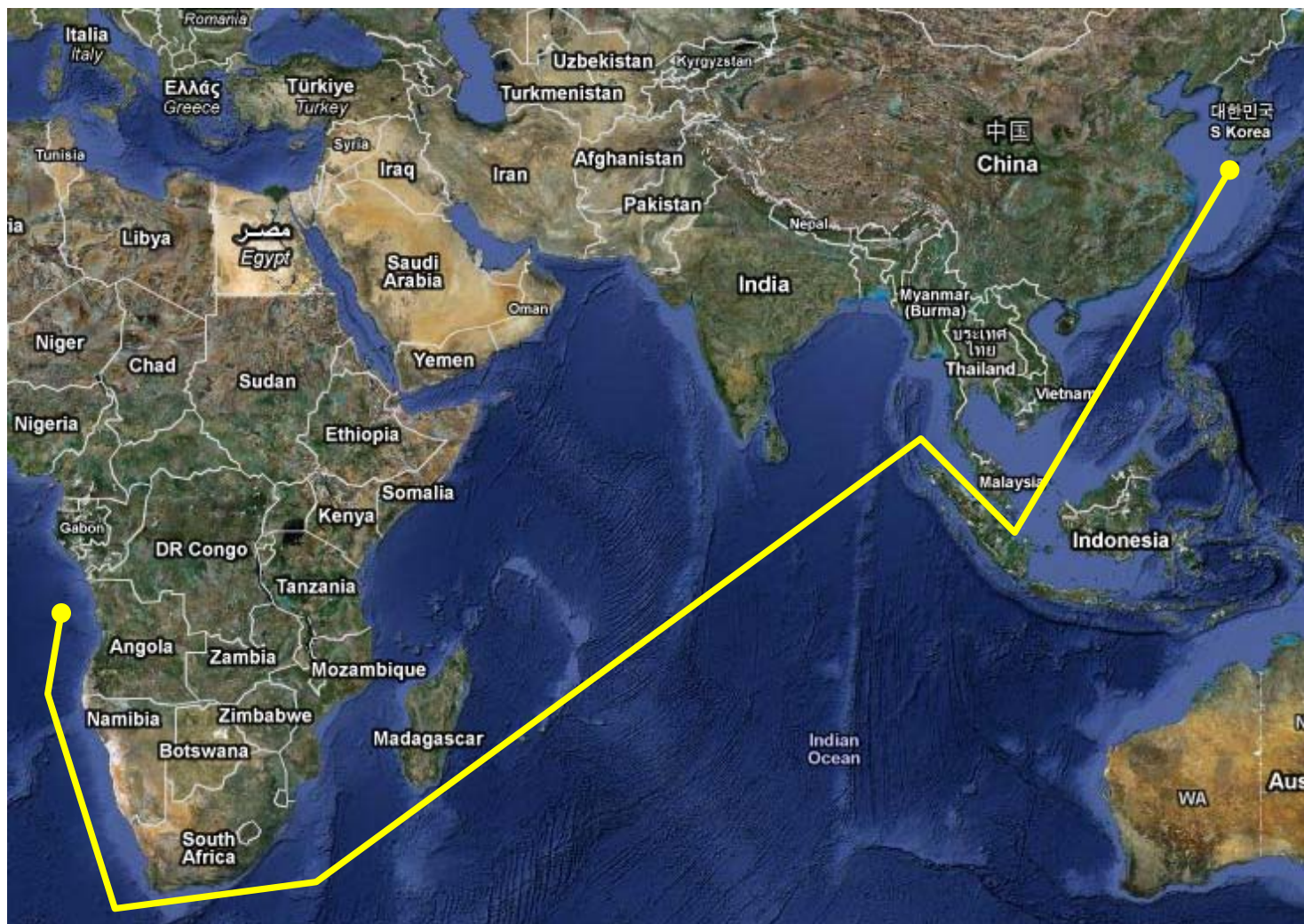


L'Odyssée du FPSO



In-Depth Experience,
Bold Technology

Janv.-avr. 2011 – Remorquage : 11 000 miles en 84 jours



TOTAL

L'Odyssée du FPSO



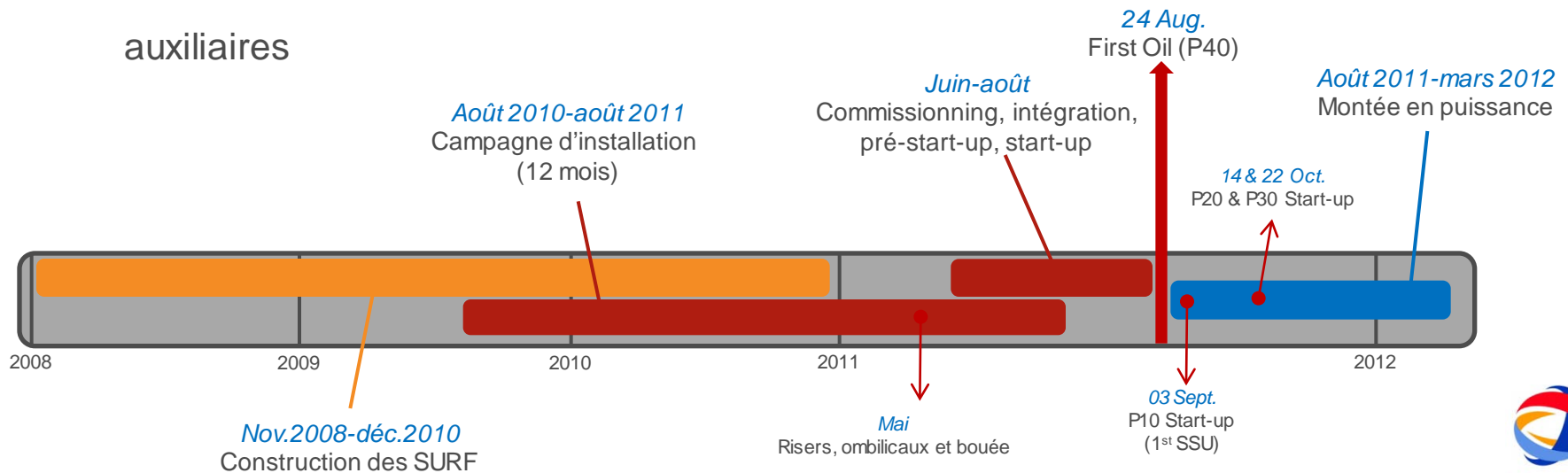
**Arrivée du FPSO au large de l'Angola,
sur le Bloc 17**



TOTAL

SURF (Risers et ombilicaux sous-marins)

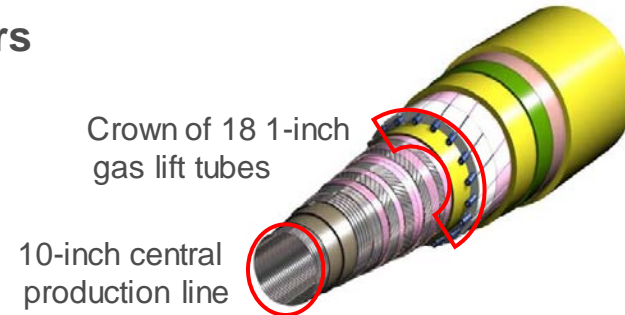
- 180 km de pipelines et 84 km d'ombilicaux
- Installation de 11 000 tonnes d'équipement
 - 4 Lignes de production (3 Miocene, 1 Oligocene)
 - 4 lignes d'injection d'eau + 1 ligne d'injection de gaz + 1 pipe d'évacuation de gaz
 - OLS innovant + et système Trellines
- Des flexibles et des ombilicaux d'avant garde
- Campagne d'installation : 1 an
 - Jusqu'à 6 bateaux d'installation deep offshore complexes et 40 navires auxiliaires



SURF Umbilicals, Risers & Flowlines

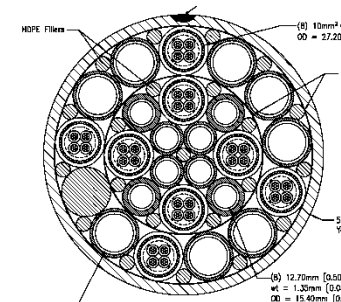
- **IPB (Integrated Production Bundle) flexible risers**

- Two 2.4 km IPBs for the Oligocene production line with gas lift assistance at the risers base



- **Umbilicals** *Built in Angola*

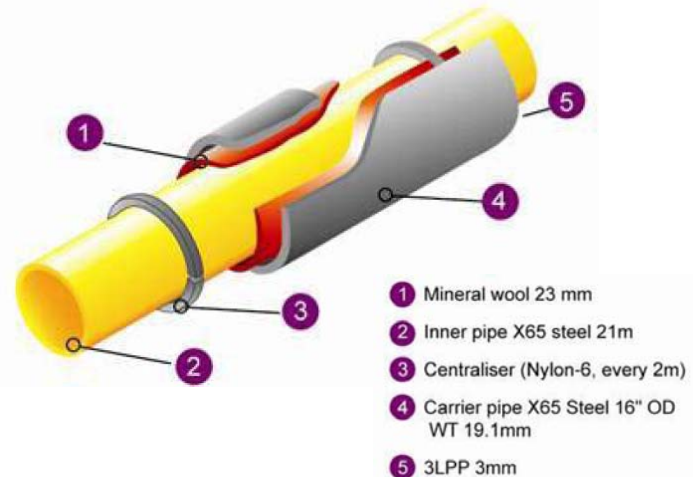
- Oligocene production & injection umbilicals ~ 32 km
- Miocene production & injection umbilicals ~ 52 km
- Production umbilicals: 8 electric cables (quads), 8 dedicated chemical injection lines and 8 hydraulic fluid lines
- Injection umbilicals: 4 electric cables + 3 hydraulic fluid lines



Miocene Dynamic Umbilical (154.5mm)

- **Pipe-In-Pipe** *Assembled in Angola*

- Main pipeline for Oligocene production line, designed to ensure flow assurance
- 10-inch internal line inserted into 16-inch carrier pipe with 20mm rock wool layer



SURF Chargement de brut : bouée et conduites

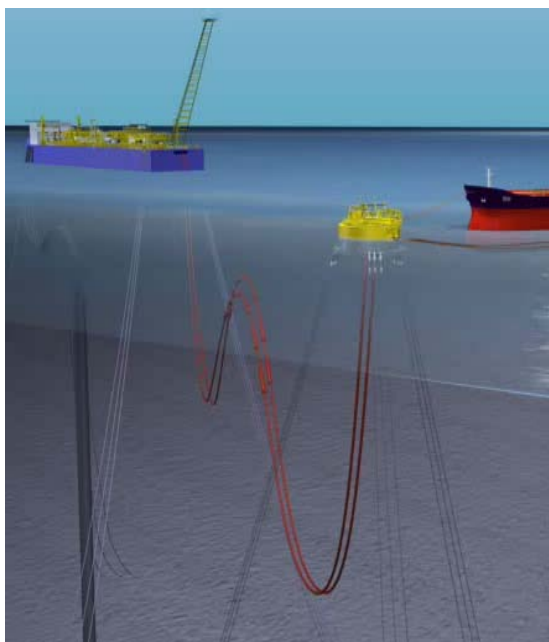


Construite en Angola



- Hydraulique APL et tête d'injection électrique
- 7 lignes d'amarrage semi-tendues supérieurement résistantes
- Connexion fibre optique entre la bouée et le FPSO: **une première**
- Intégration offshore **innovante** de la bouée et de la tourelle

Chiffres clés : L = 30 m / B = 19 m / H = 7.5 m / Masse : 640 t



- 2 pipes d'évacuation d'huile de 18" (OOL) longs de 2 100 m chacun
- Trelline de 12m de long, à sections verrouillées, conçue pour une pression de 50 bar. **Première mondiale**
- Programme de qualification (charges extrêmes, fatigue...)
- Procédure innovante d'installation des OOLS (TAS)



Zoom sur le SURF

Le Trait (France), juillet 2009

Fabrication et bobinage de l'IPB*



* Faisceau intégré de production et de « gas-lift »

Zoom sur le SURF

Dande (Angola), avril 2010 Début du bobinage et de l'installation des pipes internes



Zoom sur le SURF

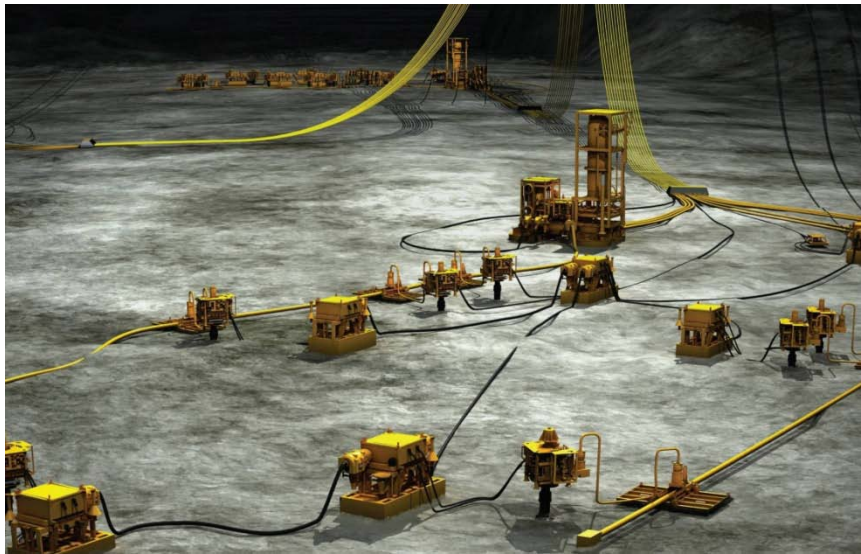
Lobito (Angola), janvier 2011

Intégration offshore de la bouée et de la tourelle

Première mondiale

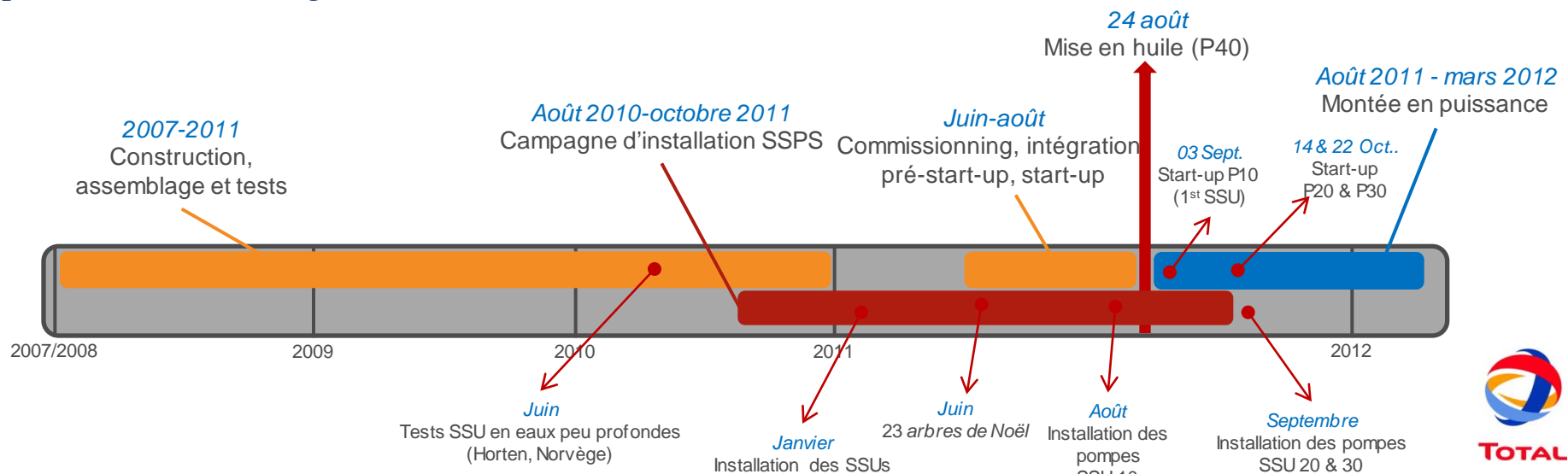


SSPS (Système sous-marin de séparation & de production)



- Deux systèmes de production différents
- Lignes innovantes de production du **Miocène**
 - 3 unités de séparation sous-marines (SSU)
 - 6 pompes hybrides + 2 pompes de rechange
- Une boucle de production **Oligocène**
 - 3 collecteurs de production
- 49 *arbres de Noël* et têtes de puits

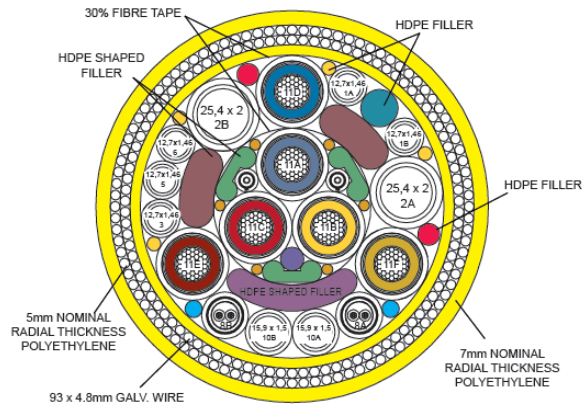
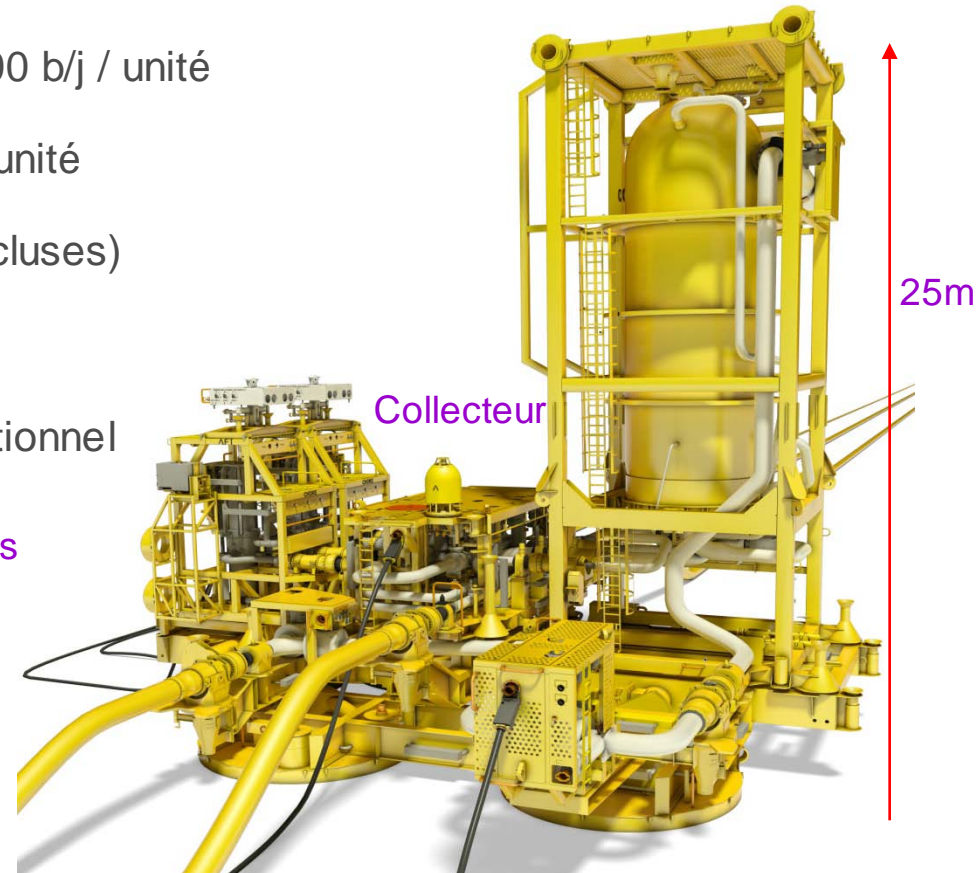
“Tout l’équipement sous-marin a été conçu selon les standards de qualité et de sécurité les plus élevés, et intégralement testé avant installation.”



SSU (Unités de séparation sous-marines)

- 3 unités de séparation sous-marines (P=23 bar), une par champ miocène, sous 800 m d'eau
- Capacité de traitement des liquides = 110 000 b/j / unité
- Capacité de traitement des gaz = 1 Mm³/j / unité
- Masse : > 1000 tonnes l'unité (fondations incluses)
- Deux pompes hybrides spécifiques par SSU
- Contrôle des SSU par un ombilical multifonctionnel

Séparateur vertical



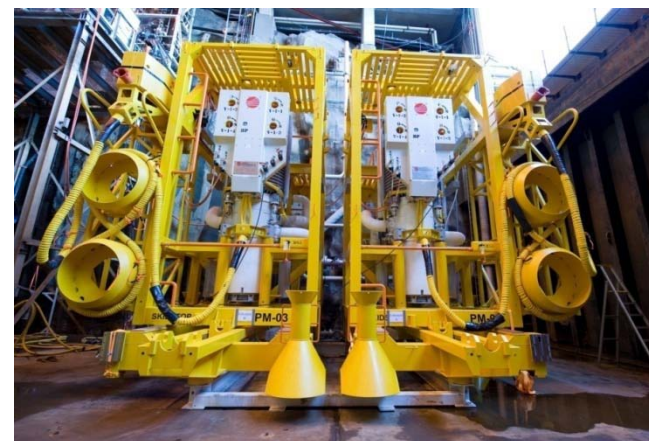
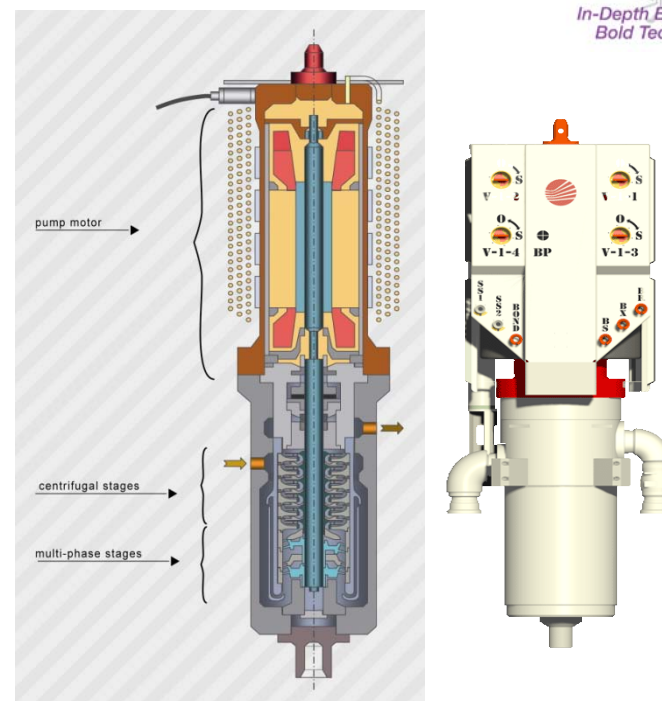
Première technologique mondiale

Pompes hybrides SSU

- Spécialement conçues pour le brut miocène de Pazflor
- Tolèrent jusqu'à 15% de gaz dans les liquides
- Toutes les roues réalisent sur un même rotor le traitement hydraulique des fluides visqueux-gazeux
- Alimentation électrique requise : 2,3 MW par pompe
- Capacité unitaire d'évacuation verticale : 70 000 b/j avec une pression de 80 à 100 bar



In-Depth Experience,
Bold Technology



TOTAL

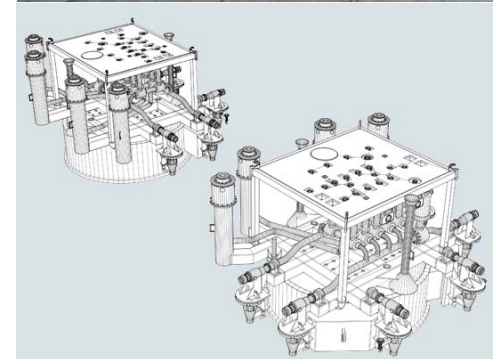
SPS (Subsea Production System)



In-Depth Experience,
Bold Technology

■ Oligocene Manifolds *Built in Angola*

- Three complex 4-slot manifolds to collect Acacia light but very hot (110°C) oil from the producer wells
- Weight: 70 tons
- Flexible for tie-in of additional producers



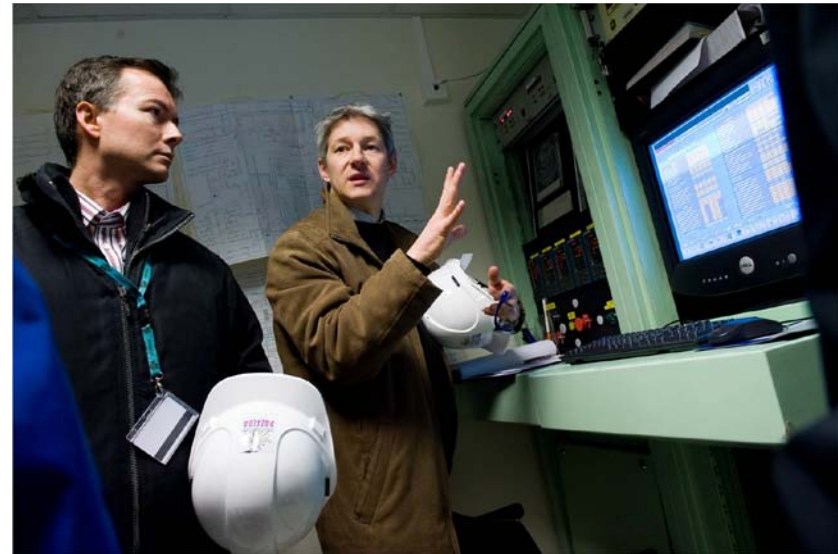
■ Christmas trees *Assembled in Angola (post FO)*

- 49 Horizontal drill-through Xmas trees with vertical connectors
- Subsea Control Module (SCM) retrievable individually



TOTAL

IFP Lyon (France), 1^{er} trimestre 2009 « Loop test » pour le Miocene



SSPS

Arles (France), 2ème trimestre 2009 Construction des séparateurs SSU



In-Depth Experience,
Bold Technology



TOTAL

Horten (Norvège), juin 2010

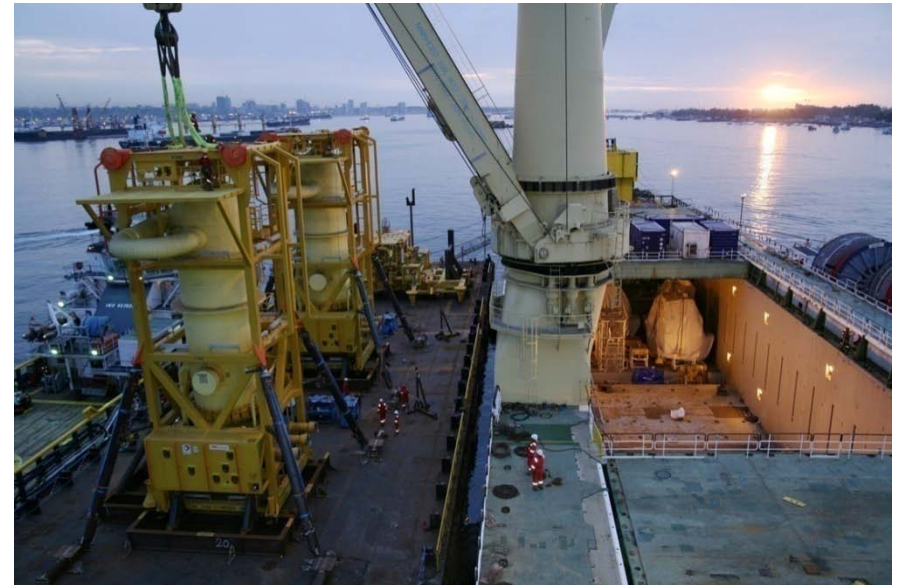
SSU : tests en eaux peu profondes



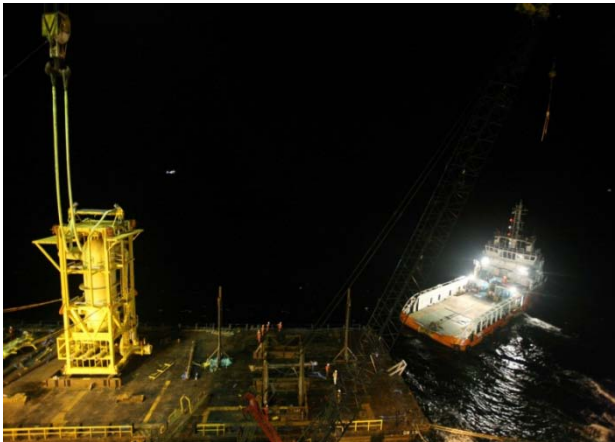
Luanda (Angola), juillet 2010 1er “arbre de Noël” construit en Angola



Luanda (Angola), décembre 2010 Séparateurs SSU dans la baie de Luanda



Large de l'Angola, janvier 2011 Installation des séparateurs SSU



Campagne de forage

- Début : mars 2009 avec le *Pride Africa*
- Durée ~ 5 ans
- Temps de forage ~ 3.000 jours
- 49 puits quasi-horizontaux
- Jusqu'à 4 rigs de forage à positionnement dynamique
- Deux rigs "à double derrick" flambants neufs
- Longueur total de forage ~ 150 kilomètres



Pride Africa



Saipem 12000

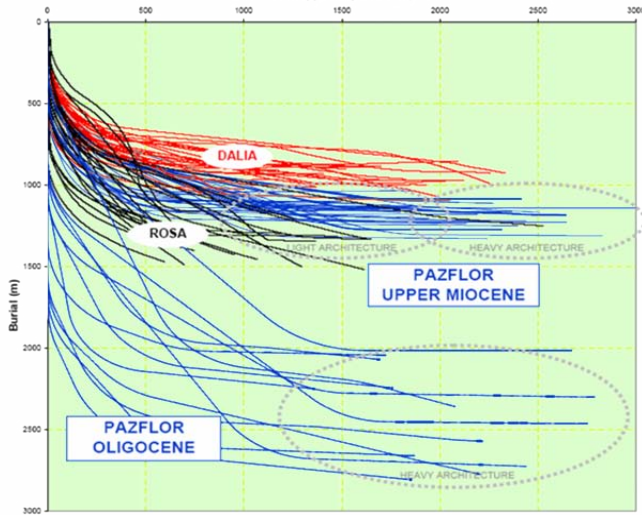


West Gemini

Le forage



In-Depth Experience,
Bold Technology

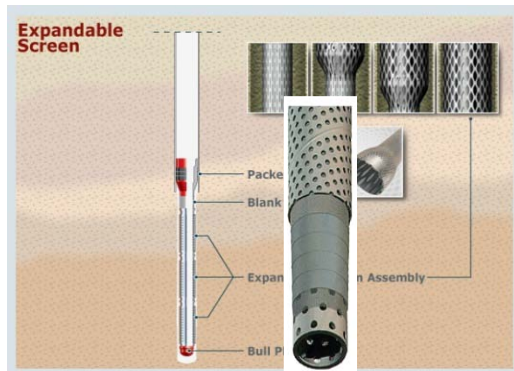


- Profondeur des réservoirs miocène ~ 1 000 to 1 200 m
- Profondeur des réservoirs oligocène ~ 2 000 à 2 700 m, **les plus profonds du Bloc 17.**
- ACA 808 records :
 - Longueur du puits : 5 120m
 - 2 000m en 12¼” de diamètre

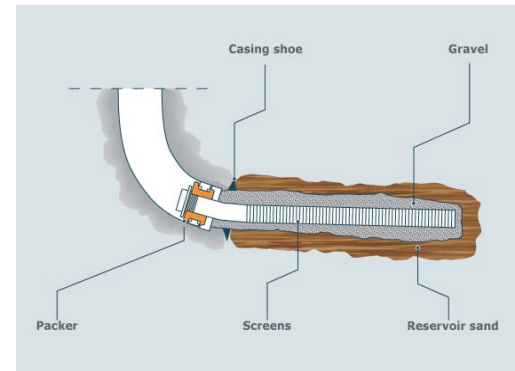
Comparaison des trajectoires de puits sur Pazflor, Rosa et Dalia

Technologies de contrôle du sable

- Mesh Screens (filtres à mailles)
- Filtres à sable à petites mailles
- Qualité du brut pompé vérifiée par tests



- Open Hole Gravel Pack
- Endiguement du sable par une couche de gravier
- Permet une montée en puissance rapide de la production

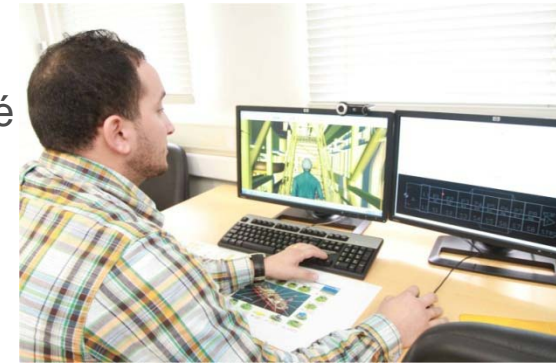


TOTAL

Opérations sur champ

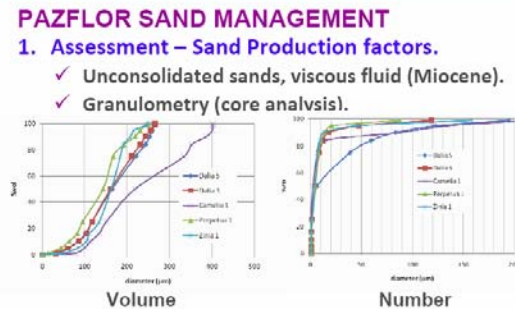
Principaux défis...

- Reprise et démarrage des installations en toute sécurité
- Recrutement et formation des opérateurs
- Mise en oeuvre d'une nouvelle technologie (SSUs)
- Management des contrats de service et d'alimentation
- Anticipation des problèmes d'évacuation de l'huile (yc le sable)
- Intégration de la filiale



...et solutions

- Formation intensive et innovante des opérateurs en Angola, France et Corée
- Association des équipes d'opérateurs à toutes les étapes clés du projet
- Intégration en douceur avec constitution du comité de pilotage un an avant le démarrage
- Grands contrats (GMC, Catering, MSC) conçus d'emblée pour favoriser la réactivité



SSU testing program



Mise en huile (Oligocene), 24 août 2011



Premier chargement

- Le premier chargement de brut Pazflor – 950 000 barils – a eu lieu le 1er octobre 2011, via la bouée de déchargement (OLS)



Challenges HSE

- 32 millions d'heures
 - Opérations de levage
 - Travail en hauteur
 - Travail en espaces confinés
- 1,5 million d'heures offshore
 - Campagne d'installation offshore :12 mois
 - 900 personnes
 - COMOPS (navires / rigs de forage et FPSO / OLS)
 - SIMOPS (4 opérations de construction dans la zone du pipe AnLNG)

... Travailler ensemble dans un environnement “challenging”

- Lieux de construction aux quatre coins du monde, le plus grand étant en Corée (FPSO) et plusieurs autres en Angola (Lobito, Luanda, Dande)
- De nombreux contracteurs internationaux

... Avec pour tous un niveau de sécurité aussi élevé



“Tout le monde s’implique”



Local Content – implication d'acteurs angolais



In-Depth Experience,
Bold Technology



Sonils (jv SNL-Intels)

- Bureaux du projet Pazflor
- Structures supérieures des “arbres de Noël” (Algoa)
- Assemblage et test des “arbres de Noël”, après mise en production, par FMC



Dande Spool base (jv SNL-Technip)

>> Usinage et assemblage de :

- Diverses structures en acier
(FLET, piles d'ancres d'In Line Tees et de risers...)
- Pipes d'écoulement du Miocene (P10,P20 & P30)
- Pipes d'écoulement de l'Oligocene P40 & Injection line I40



Local Content : implication d'acteurs angolais



In-Depth Experience,
Bold Technology



Sonamet (jv SNL, Acergy & Wapo Int.)

- Fabrication :
 - des bouées de chargement en eaux profondes (OLS)
 - des piles d'ancres des risers et des câbles de démarrage ;
 - de la plate-forme hélicoptères du FPSO et de ses ancres de succion



Umbilical Production (jv SNL-Technip)

- Fabrication de tous les ombilicaux, sauf ceux de la zone de production Oligocene

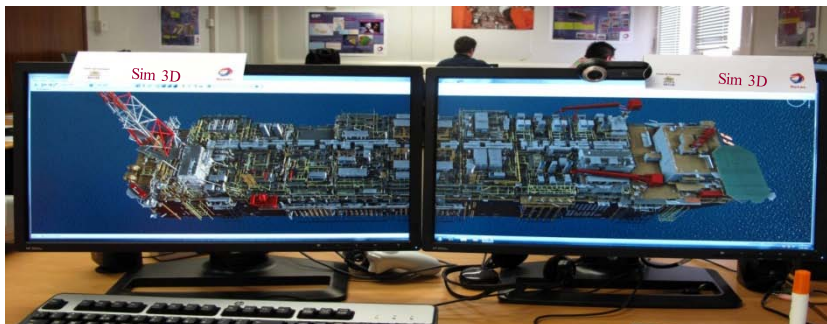


TOTAL

Intégration et formation de personnes angolaises



- Des ingénieurs angolais, de Total Angola et de Sonangol, ont des rôles opérationnels clés et occupent des postes de management dans le projet
- Plus de 50 opérateurs recrutés localement :
 - Les programmes de formation incluent une partie théorique, une simulation 3D et une expérience de terrain (sur les autres FPSO du bloc 17)
 - Ils ont aussi pris part à la réception du FPSO en Corée



Le simulateur **innovant 3D** (ITS) recrée virtuellement l'environnement du FPSO, permettant aux opérateurs de découvrir les installations, les équipements et les outils

Responsabilité sociale



In-Depth Experience,
Bold Technology

“Un immense engagement social, à la hauteur du projet Pazflor”

- Programme sur 5 ans visant à réduire la mortalité infantile et maternelle
- Population bénéficiaire : 1,9 million d'habitants
- 5 provinces : Bengo, Malange, Lunda-Norte, Moxico et Uige
- Co-financement Pazflor, ministère angolais de la Santé et Banque mondiale
- Approuvé en Conseil des ministres en 2011, lancement en 2012
- Autres actions, dont :
 - Formation de ~ 650 infirmières et sages-femmes
 - Réhabilitation et/ou construction de dispensaires (y/c panneaux solaires)
 - Facilitation de l'accès aux soins des femmes enceintes



TOTAL

Implication d'acteurs français

- Plus de 30 entreprises françaises ou basées en France, ont travaillé directement ou indirectement pour le projet
- Une source de revenus pour des PME, l'industrie locale et nationale, et des instituts scientifiques
- Transferts de technologie

Contrats majeurs ... sans oublier :

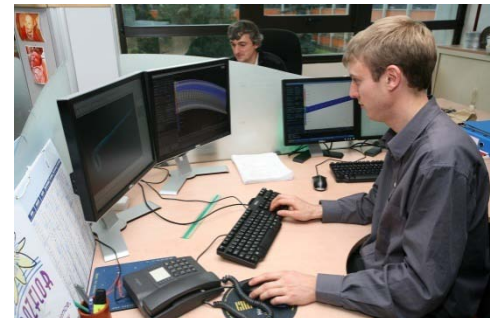


ACERGY-SUBSEA SEVEN
TECHNIP
SCHLUMBERGER
IFP SOLAIZE
DORIS
FLEXIFRANCE
SERIMAX
VALLOUREC et MANNESMANN
TRELLEBORG
CEGELEC
DRESSER RAND Usine du HAVRE
IMECA
NFM
SULZER
YOKOGAWA France



FORGES LE BEON
CONVERTEAM
EAU et FEU
FLENDER
LEROYSOMER
NOBELCLAD
SCHNEIDER
UNIVERSITE CFERRAND
SRI
TECHNOR MALBRANQUE
TYCO
INSTITUTE DE SOUDURE
FLUIDES SERVICE
APAVE
DIETSMAN Toulouse
ECP
IMPAQT
SODEXO
STAPEM

...



Conclusion

- Sécurité des opérations (HSE)
- Respect du planning et du budget
- Actions de développement conformes aux attentes de l'Angola
- Attentes de l'Etat angolais satisfaites (SOR)
- Nouvelles installations fournies à TEPA
- Transmission d'une équipe d'opérateurs qualifiés
- Réussite de l'intégration progressive dans TEPA
- Etude de possibles extensions

Merci beaucoup de votre attention !



Pour en savoir plus sur le projet, rendez-vous sur notre site internet :

www.total.com