

LE MONDE DES CABLES SOUS-MARINS

ARTS ET METIERS

Eric Bouvart / Marc Génot

Novembre 2016

..... Alcatel·Lucent 

VIDEO

- Film d'introduction 5mn >>> **ASN_Video Overview**



AGENDA

Quelques
éléments sur le
marché

L'architecture des
réseaux sous-marin

Technologie &
produits

Installation et
maintenance

Diversification vers
l'Oil&Gas

Exemples de
Projets O&G

AGENDA

Quelques
éléments sur le
marché

L'architecture des
réseaux sous-marin

Technologie &
produits

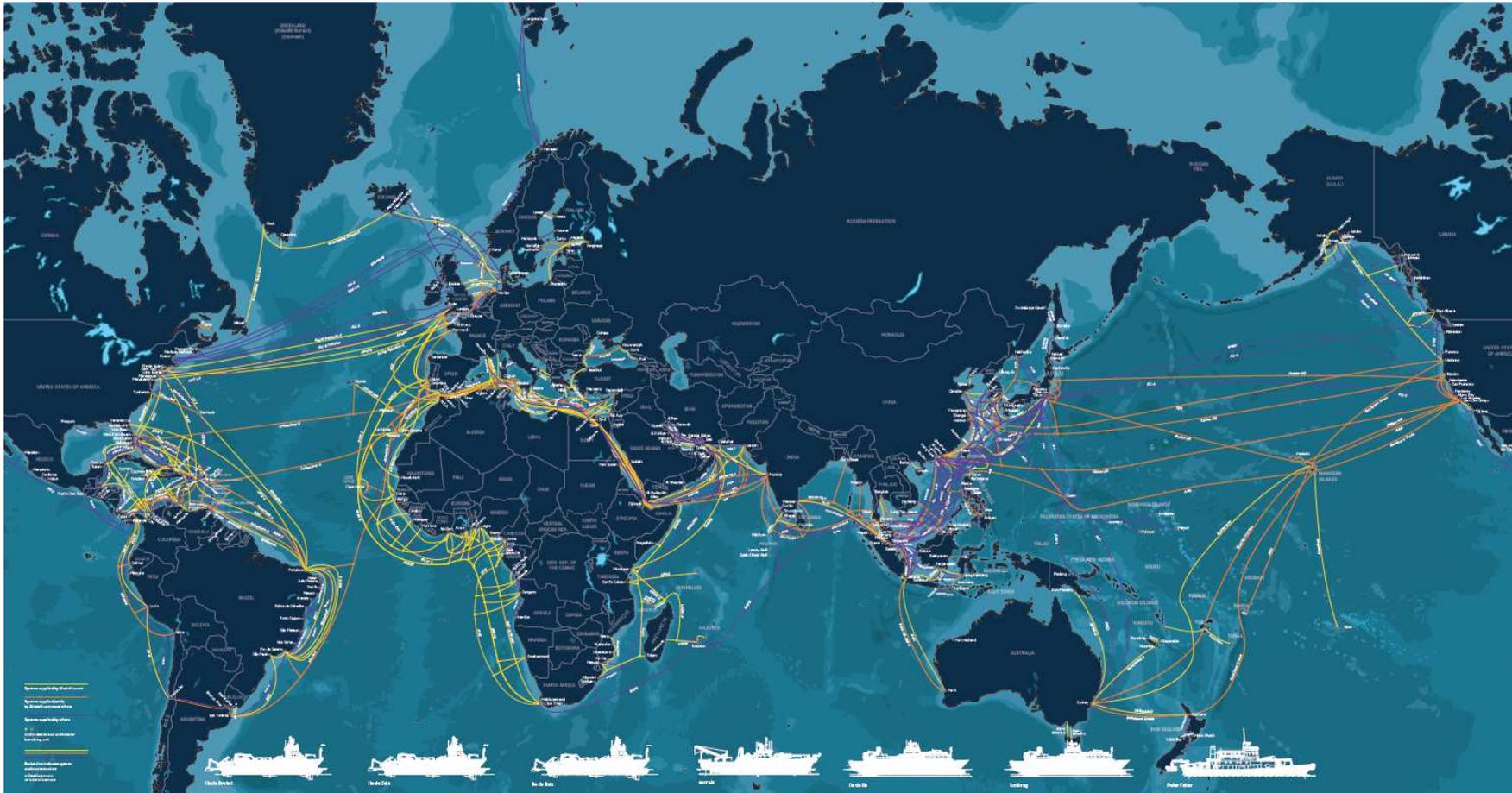
Installation et
maintenance

Diversification vers
l'Oil&Gas

Exemples de
Projets O&G

LE MARCHÉ: ENTRE 50 000 KM & 100 000 KM/AN

ASN: PLUS DE 580,000KM DE SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION SOUS-MARINS À BASE DE FIBRE OPTIQUES EN SERVICE



BESOINS DU MARCHÉ

LA CROISSANCE DU TRAFIC INTERNATIONAL

Voice
~ 1%

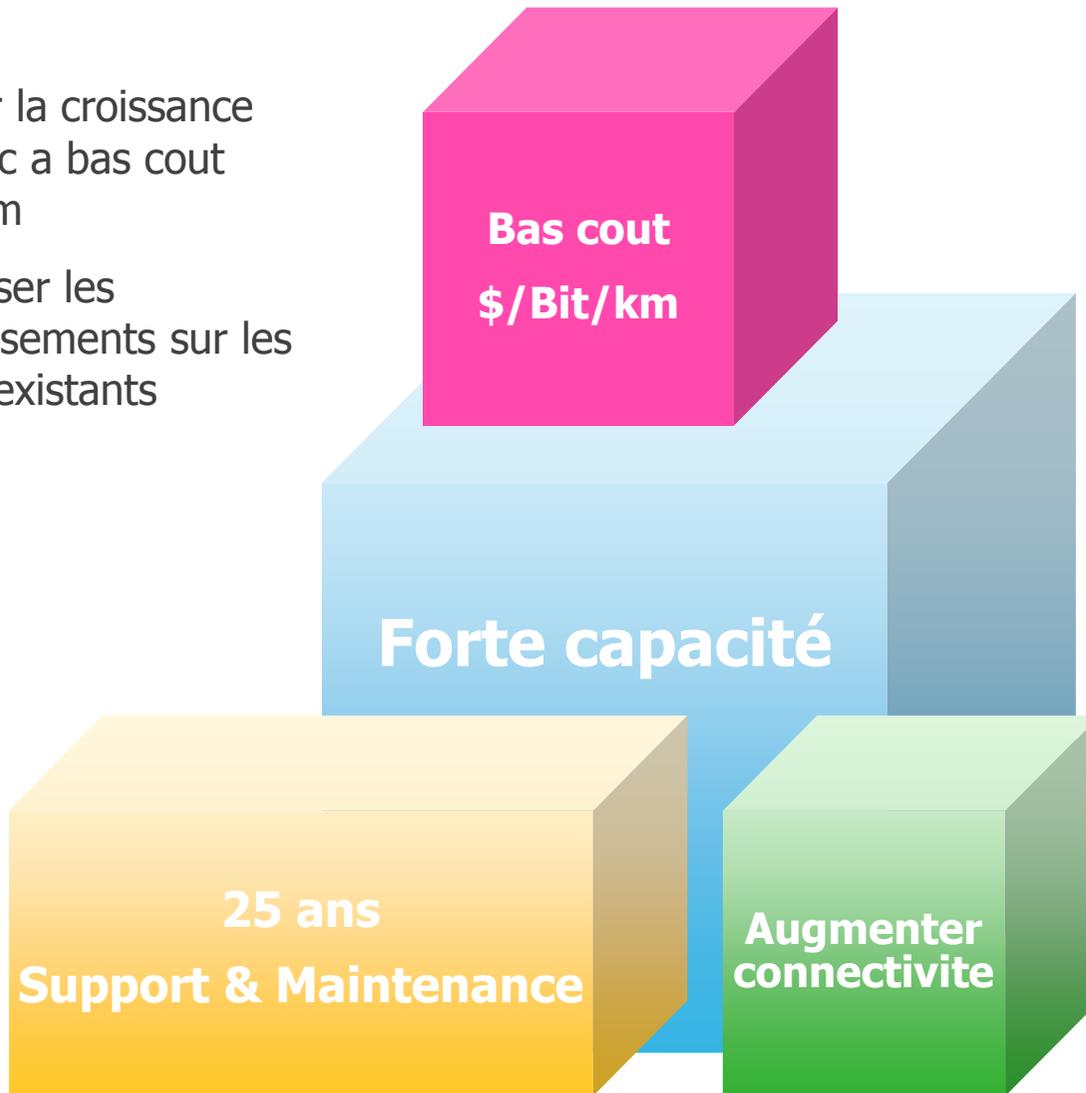
Enterprise et
réseau IT
Private Networks
~ 20% trafic
Croissance ~45%*

Applications WEB
Service vidéo
Transfert fichier P2P
Internet
~ 80% of trafic
Estimation croissance >60%*

**Source TeleGeography 2009*

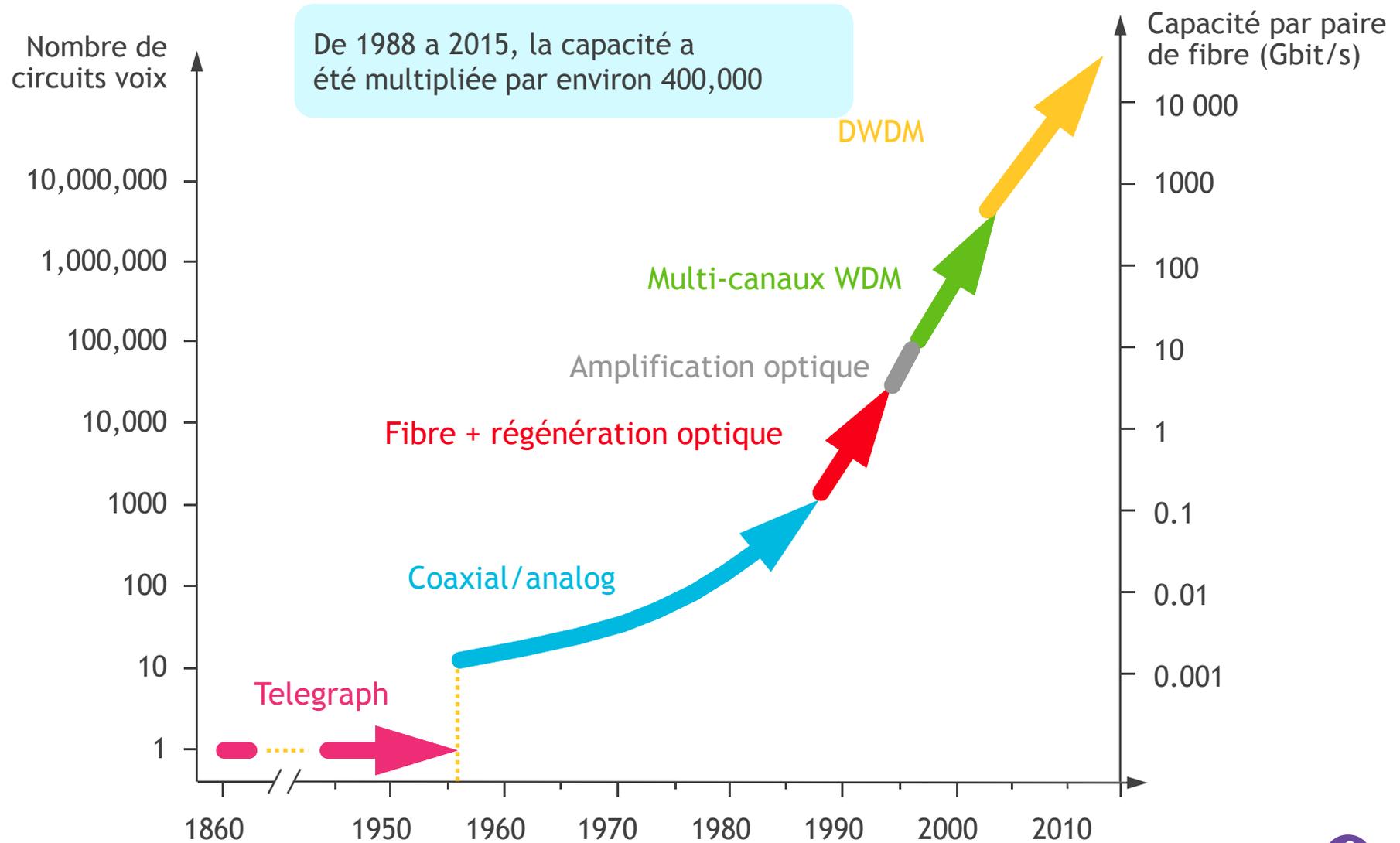
BESOINS DU MARCHÉ

- Assurer la croissance du trafic a bas cout \$/bit/km
- Maximiser les investissements sur les câbles existants

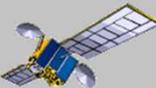


- Augmenter la capacité pour les nouveaux services/applications WEB
- Diversité de route pour assurer le transport en cas de coupure
- Connecter les zones faiblement desservies par internet

ÉVOLUTION DE LA CAPACITÉ DE TRANSMISSION



LA FIBRE VERSUS LES TECHNOLOGIES ALTERNATIVES DE TRANSPORT DE DONNÉES

Technologie	Distance	Capacité	Connectivité
VSAT 	Pas de limite	1-2 Mb/s	Point à Multi-Points
Microwave 	< 50-150 km	>155Mb/s	Point à Point
Wimax 	< 15 km	25 Mb/s	Point à Multi-Points
Fibre 	Pas de limite	40 Tb/s	Point à Point Point à Multi-Points

FIBRE = TRES HAUT DEBIT, TEMPS REEL,
DISPONIBILITE MAXIMALE

AGENDA

Quelques
éléments sur le
marché

L'architecture
des réseaux
sous-marin

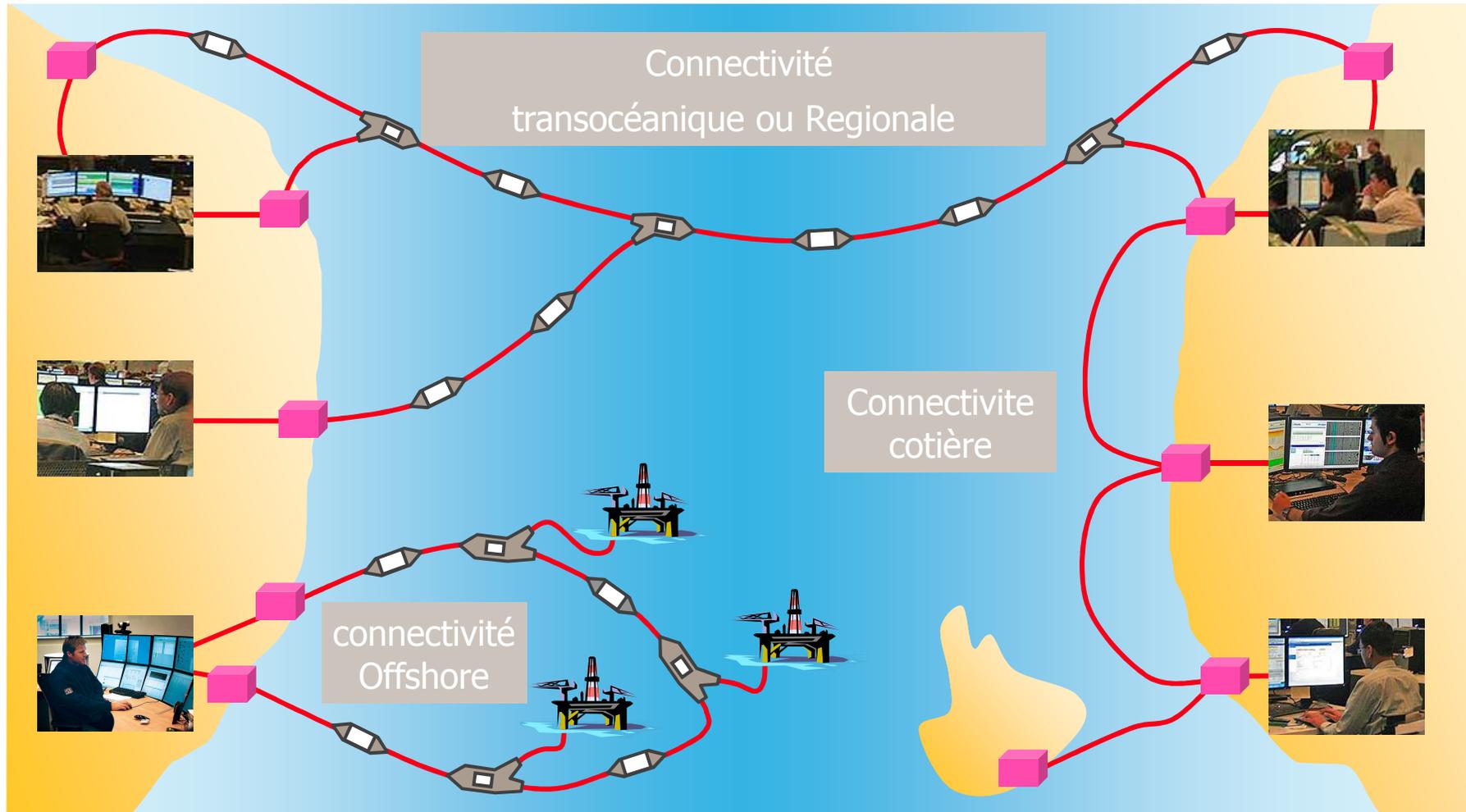
Technologie &
produits

Installation et
maintenance

Exemples de
Projets O&G

Diversification vers
l'Oil&Gas

ARCHITECTURE DES RÉSEAUX SOUS-MARINS

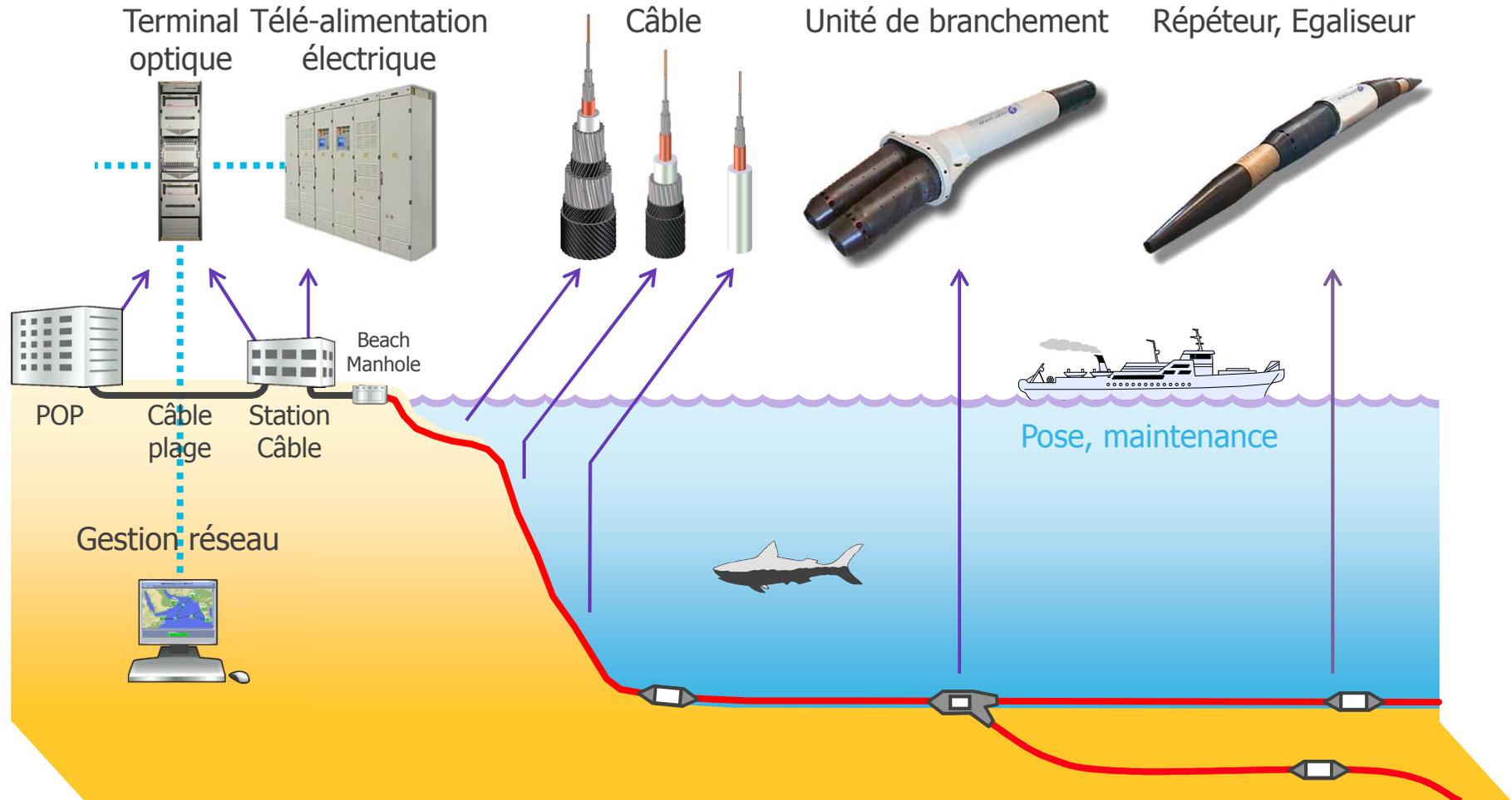


LES SYSTEMES RÉPÉTÉS

COMPOSITION

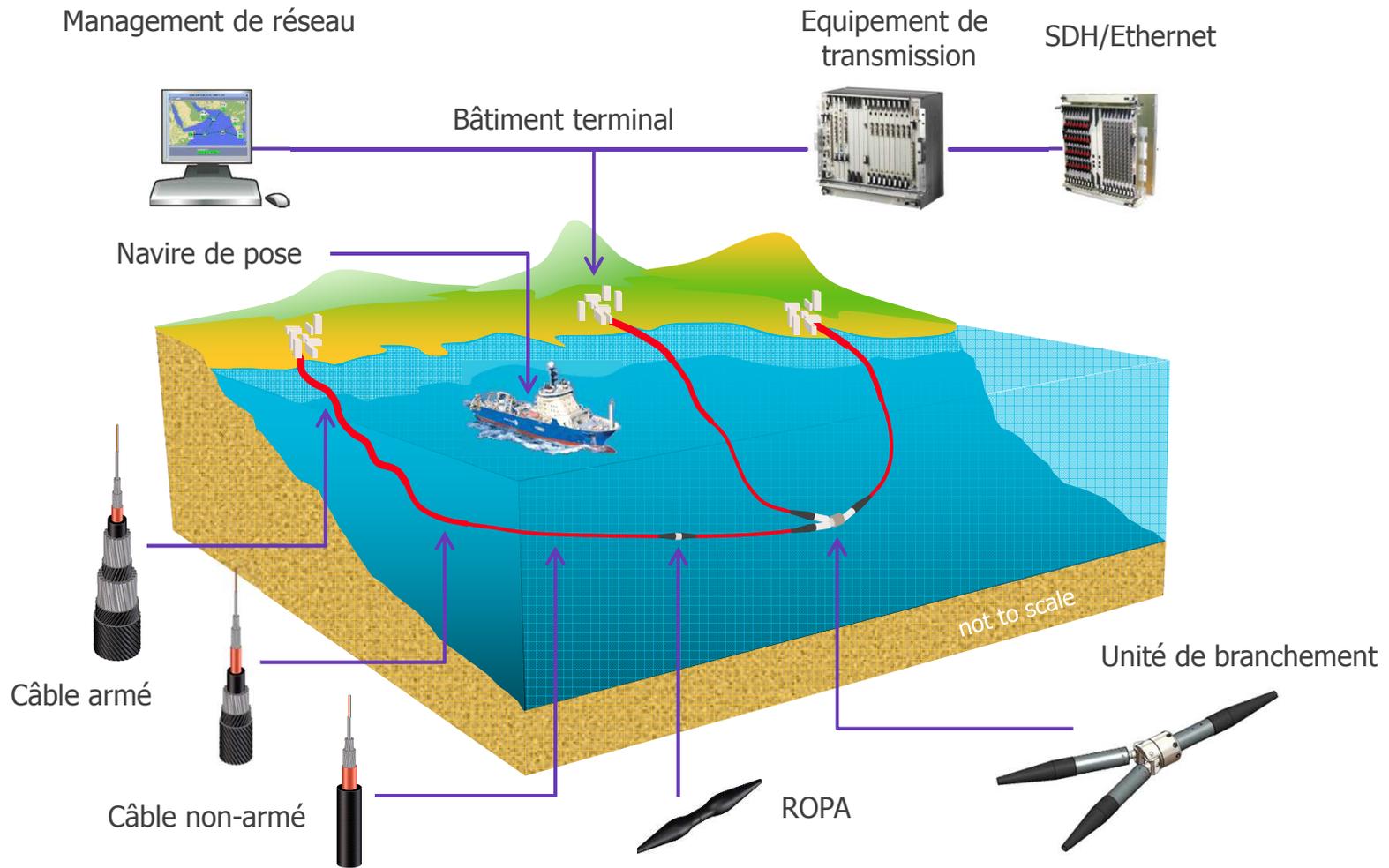
EQUIPEMENT DE STATION

EQUIPEMENT IMMERGE



LES SYSTEMES NON RÉPÉTÉS

COMPOSITION



AGENDA

Quelques
éléments sur le
marché

L'architecture des
réseaux sous-marin

**Technologie &
produits**

Installation et
maintenance

Diversification vers
l'Oil&Gas

Exemples de
Projets O&G

LES CÂBLES SOUS-MARINS

- **Systemes répétés**

- Câbles OALC-4 / OALC-5
- 16 paires de fibres

- **Systemes non-répétés**

- Câbles URC-2

- **Caractéristiques**

- Multiples barrières à l'hydrogène
- Fibres à très faible atténuation
- Design à voute pour résister à la pression
- Tubes acier soudés protégeant la fibre
- Qualifiés pour une technologie de 'joint universel' UJ/UQJ
- Qualifiés jusqu'à 8000 m de profondeur d'eau

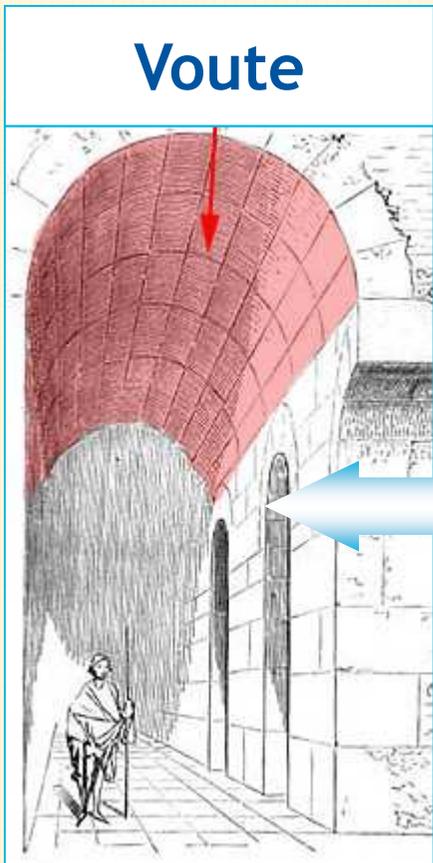


LES CÂBLES SOUS-MARINS

LA STRUCTURE À VOUTE

La voûte en architecture

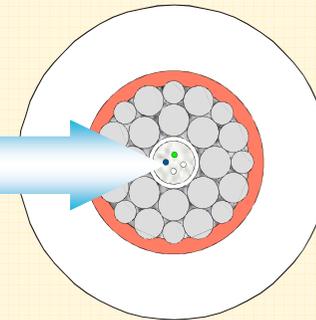
- Les pierres sont maintenues solidaires par le seul effet de la gravité



La voûte autobloquante pour les câbles sous-marins

- Formée de 2 couches de fils d'acier de 3 diamètres différents
- Tolérances très pointues
- La pression de l'eau bloque les fils formant une voûte
- Installation jusqu'à 8000 m de profondeur

Intérieur de la voûte
Une zone protégée



LES RÉPÉTEURS OPTIQUES

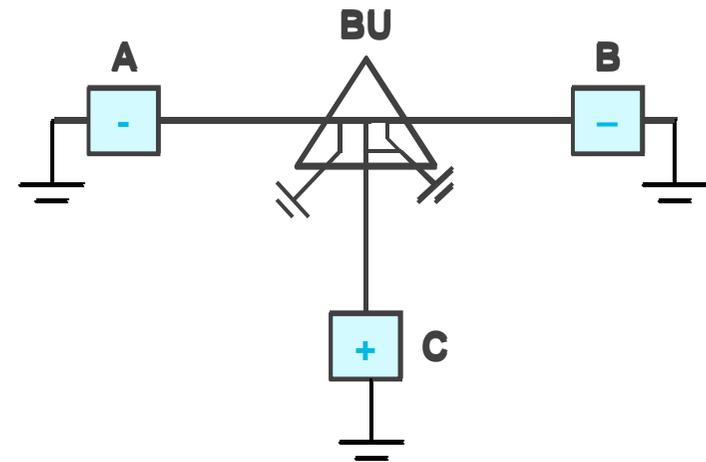
- **Caractéristiques**

- Amplification optique en ligne, sur fibre dopée à l'Erbium
- Espacement entre répéteurs de 60 à 100 km selon
 - Le débit transporté
 - La longueur totale de la liaison
- Alimentés en ligne par courant continu fourni par 2 équipements d'alimentation (PFE) situées de part et d'autre de la liaison
- Capables de gérer de 2 à 8 paires de fibres
- Qualifiés pour une installation jusqu'à 8000 m de profondeur
- Fiabilité exceptionnelle (pas de répéteurs en faute nécessitant une réparation sur l'ensemble des systèmes installés par ASN).



LES UNITÉS DE BRANCHEMENT (BU)

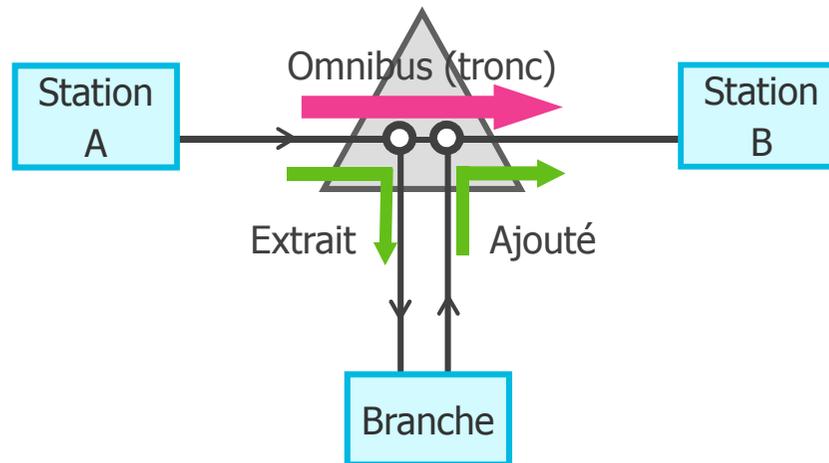
- Elles permettent la ramification des routes
 - Par routage de fibre ou,
 - Par routage de longueur d'ondes (ROADM BU)
- Elles permettent une reconfiguration électrique du système (cas de coupure de câble du système)
 - Commutation par commande optique



L'UNITÉ DE BRANCHEMENT EN LONGUEUR D'ONDES (ROADM BU)

- Application

- Possibilité d'ajouter ou d'extraire des longueurs d'ondes venant du tronc vers une branche
- Confidentialité des données par design
- Le tronc peut-être constitué d'une seule paire sur laquelle viennent s'intégrer (ou s'extraire des longueurs d'ondes)



ÉQUIPEMENT DE TRANSMISSION OPTIQUE (SLTE)

- Le SLTE est connecté à une fibre optique
- Le SLTE gère 100G/200G/300G/400G
- Un SLTE peut gérer 32Tb/s sur 1 baie et 320Tb/s au total
- i.e. 27.000.000 vidéo d'introduction/s



VIDEO

- Film d'illustration >>> **repair_animation_nov2011**



AGENDA

Quelques
éléments sur le
marché

L'architecture des
réseaux sous-marin

Technologie &
produits

**opération
marine et
maintenance**

Diversification vers
l'Oil&Gas

Exemples de
Projets O&G

L' INSTALLATION DES CÂBLES SOUS-MARINS

Les navires de pose doivent intégrer des caractéristiques suivantes:

- Une capacité de traction importante: (ASN = 130 tonnes), pour relever le câble depuis les grandes profondeurs et tracter la charrue
- La possibilité de tenir la position en mer de manière précise quelles que soient les circonstances météo (navires DP2)
- La capacité à gérer la vitesse de défilement du câble fonction de la vitesse du navire, de la bathymétrie et du MOU de câble requis.



Ile de Sein

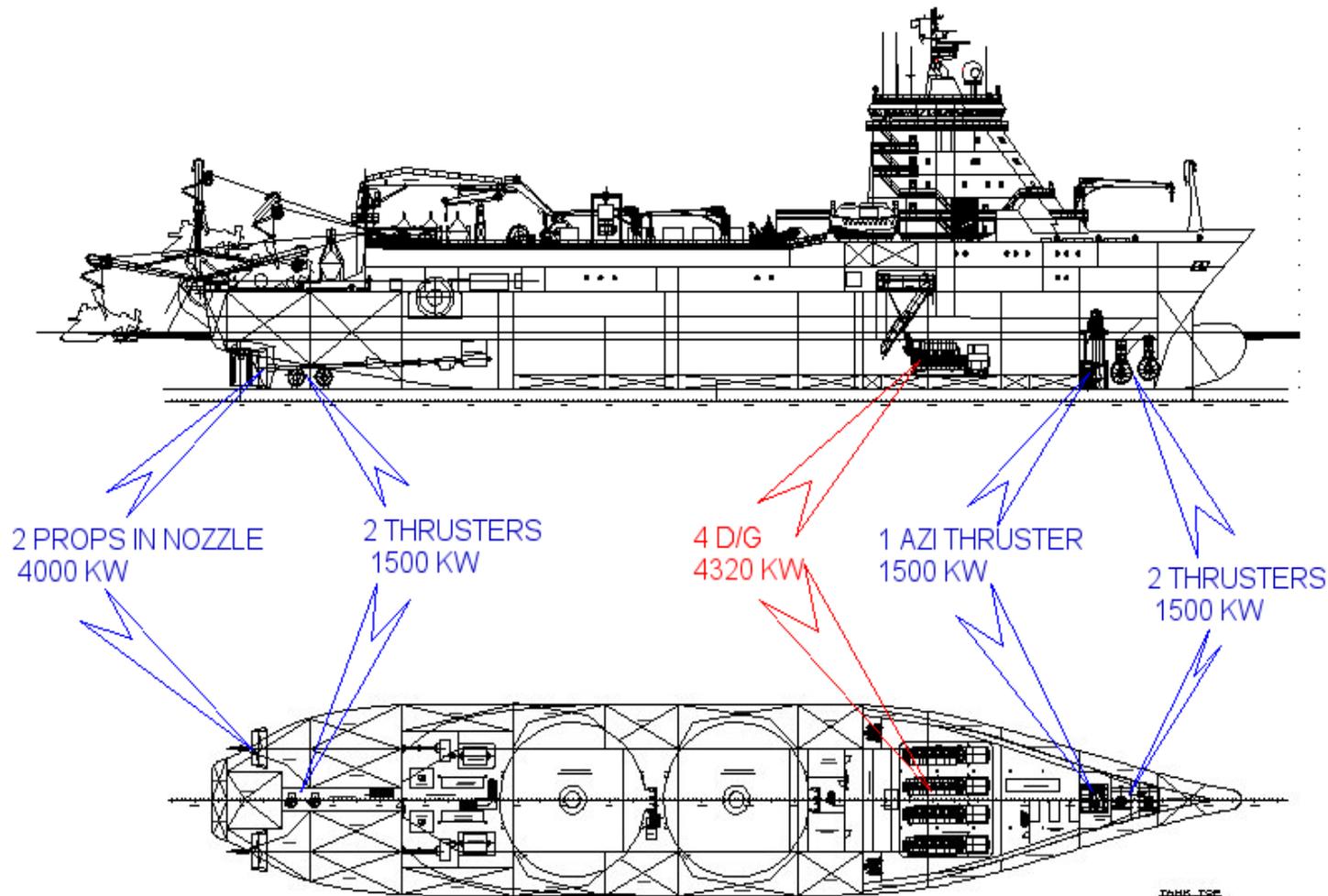


Ile de Bréhat



Ile de Batz

NAVIRE DE POSE ASN

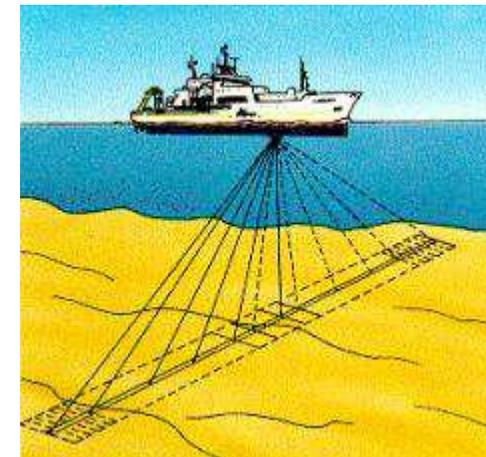
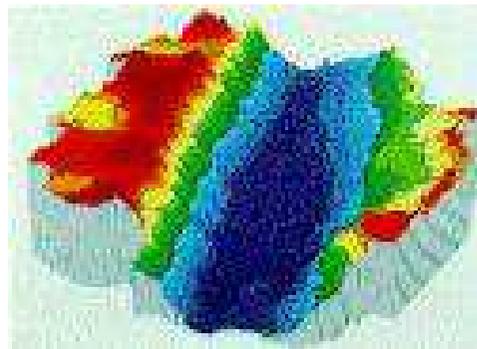


- DP2
- Vitesse service: 15 Kts
- 140 m de long
- 130t de tirage
- A-Frame de 35T
- 17 MW Puissance Electrique
- 2 tensioneurs
 - LCE 21 t
 - Drum 28 t
- 2 stockage de câble de 1500m3/2500t
- Salle de jointage
- Salle de test

LA RECONNAISSANCE MARINE PRÉALABLE

Avant chaque pose une reconnaissance marine géophysique et géotechnique doit avoir lieu, cette opération a pour but:

- De déterminer les caractéristiques du fond marin, relief et profondeur
- D'identifier les dangers et risques éventuels sur le fonds
- D'identifier la couche de sédiment et l'ensouillage potentiel

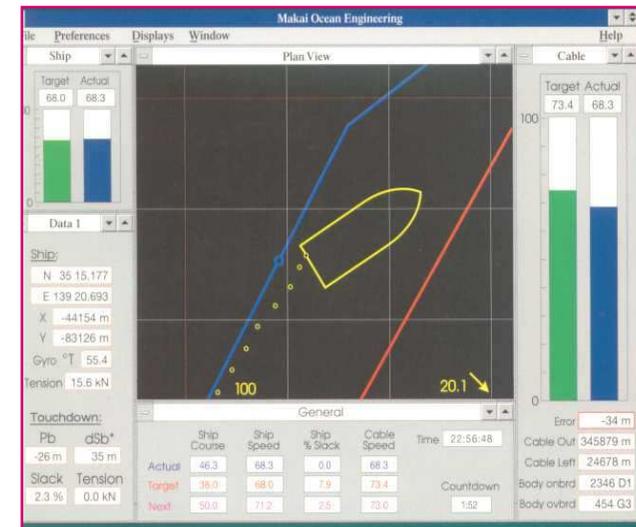
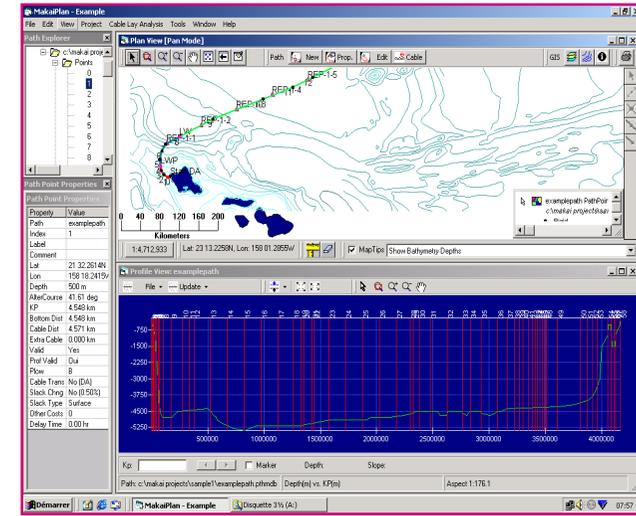
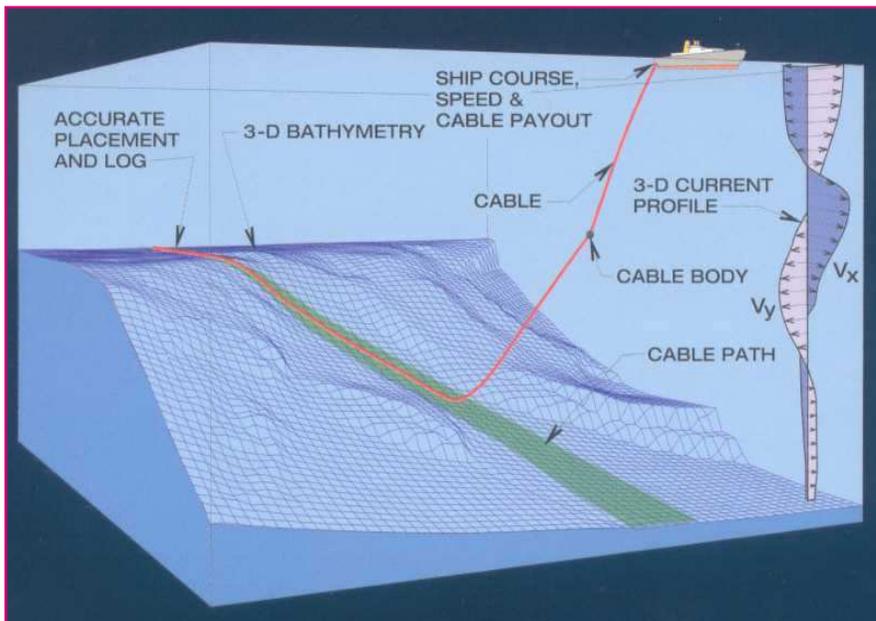


L'objectif est de sélectionner la route la plus sûre et la plus économique

LA POSE DU CÂBLE SUR LE FOND MARIN

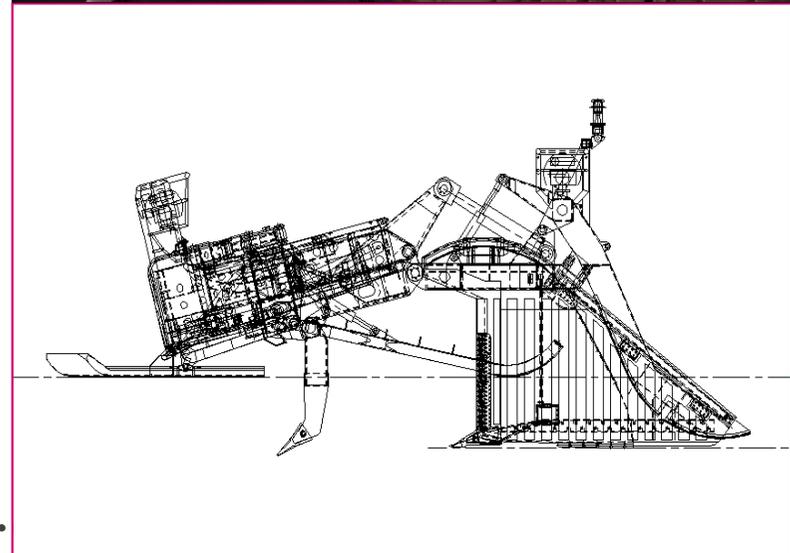
Pour éviter les boucles de câble et les suspensions, un contrôle permanent du MOU de câble est nécessaire, cela est rendu possible grâce au logiciel embarqué qui définit la vitesse de défilement du câble fonction de la vitesse du navire, de la Bathymétrie (vitesse de pose 200 km/jour).

Un contrôle du point de touche est nécessaire pour certains projets O&G.



LA CHARRUE POUR POSE AVEC ENSOUIILLAGE SIMULTANÉ

- Charrue SMD HMD3
 - longueur 11.0 m
 - largeur 5.60 m
 - hauteur 5.00 m
 - poids 30t
 - traction 130 t
 - Ensouillage typique 1 à 3m
- On ensouille le câble là où un élément extérieur (pêche, ancrs,...) peut mettre en danger l'intégrité du système. Typiquement ensouillage jusqu'à 1500 m de fond.
- La Vitesse de pose avec charrue est de l'ordre de 20 km/jour.

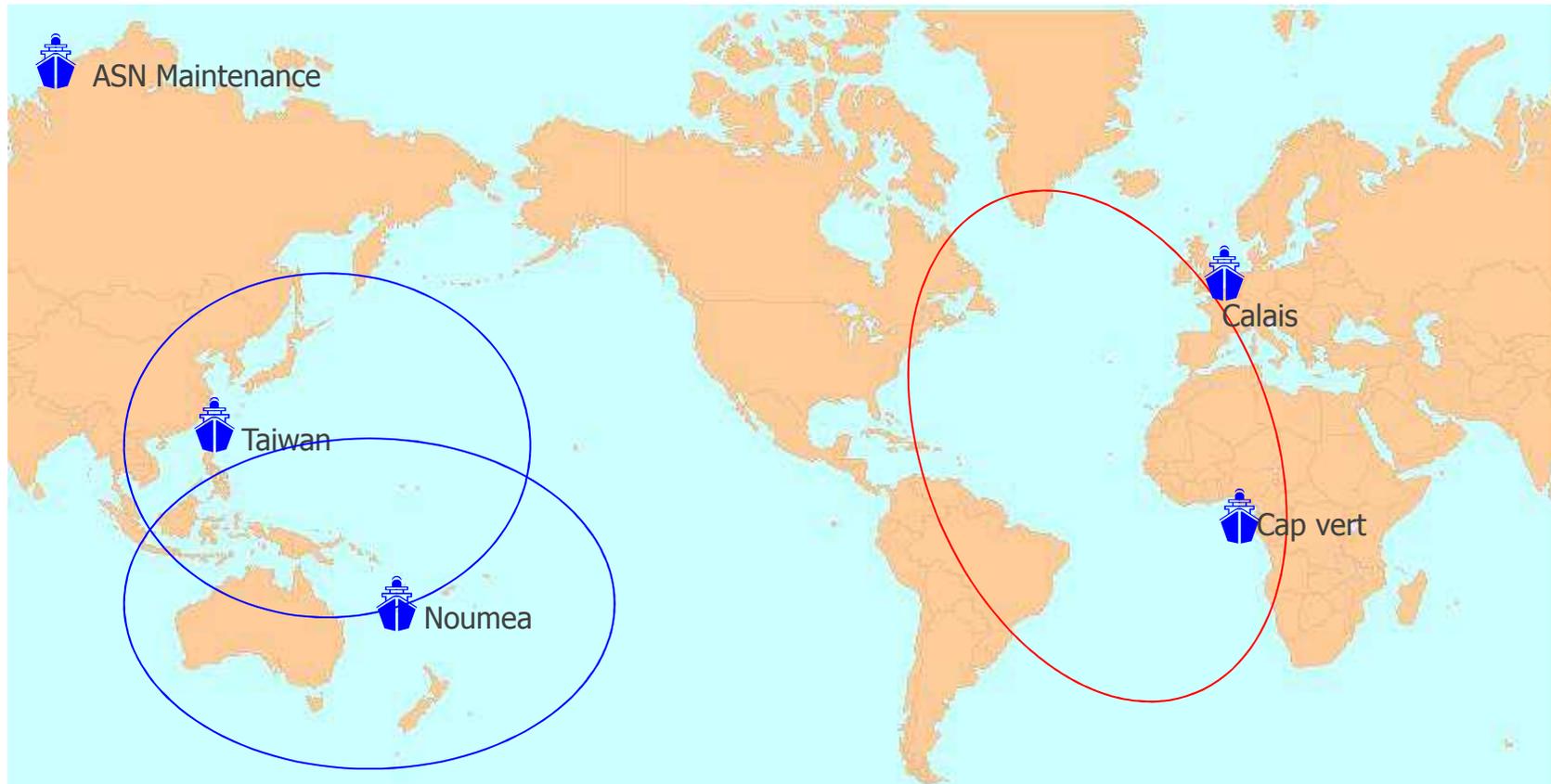


LE POST-ENSOUILLAGE ET LA VÉRIFICATION

- Là où la charrue ne peut pas passer (pente, croisement de câble ou de pipeline, etc...) un robot (R.O.V.) est envoyé pour compléter l'ensouillage par jet d'eau sous pression.
- Ce même robot effectue des opérations de vérification aux endroits critiques pour s'assurer que le câble est correctement installé.
- On se limite généralement à 3 passes de R.O.V pour atteindre une profondeur d'ensouillage de 1m



LA MAINTENANCE DES CÂBLES



La maintenance du câble est organisée par zone géographique, les clients bénéficiaires ayant accès à un navire en stand-by prêt à intervenir

AGENDA

Quelques
éléments sur le
marché

L'architecture des
réseaux sous-marin

Technologie &
produits

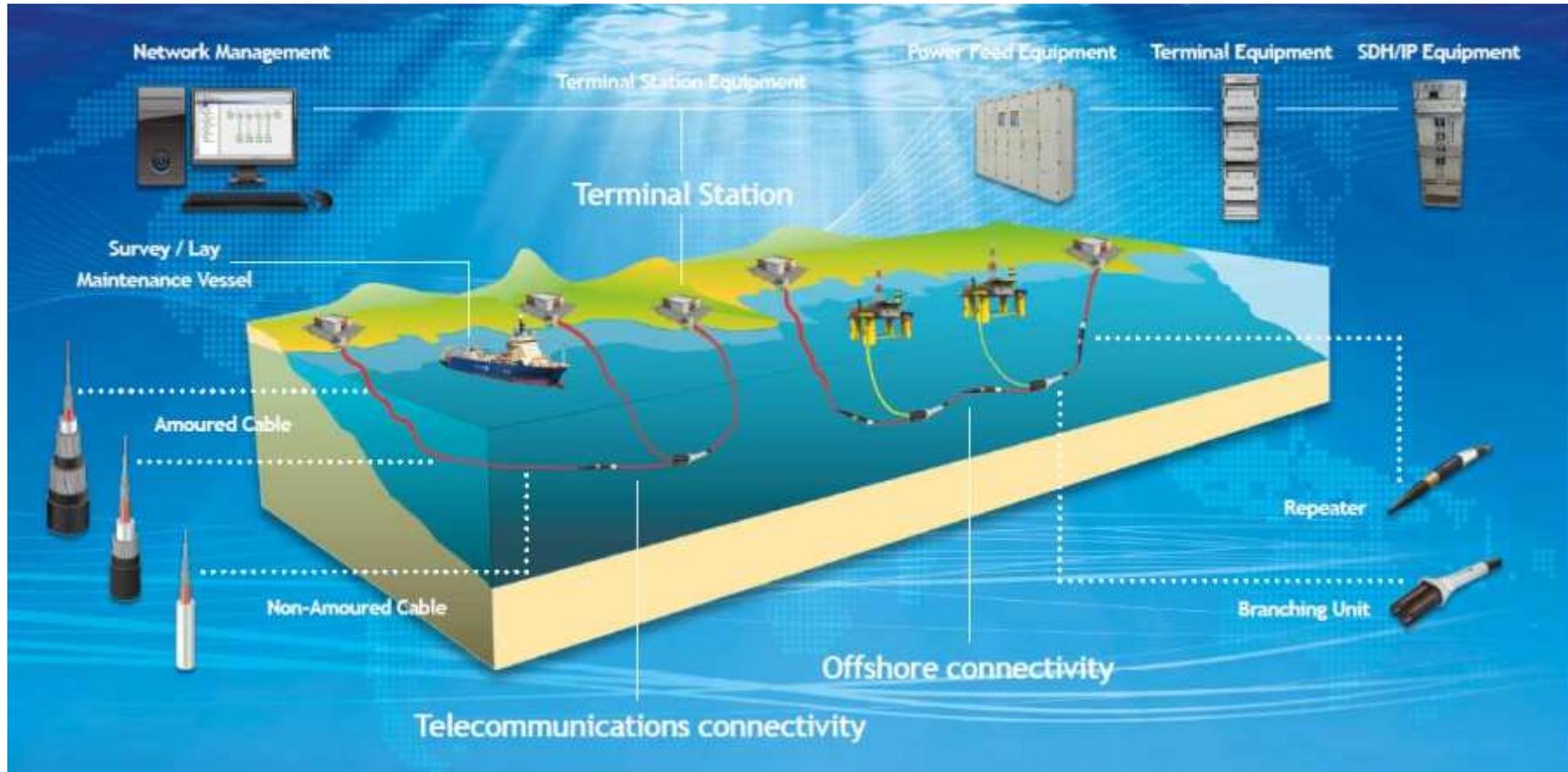
Installation et
maintenance

**Diversification
vers l'Oil&Gas**

Exemples de
Projets O&G

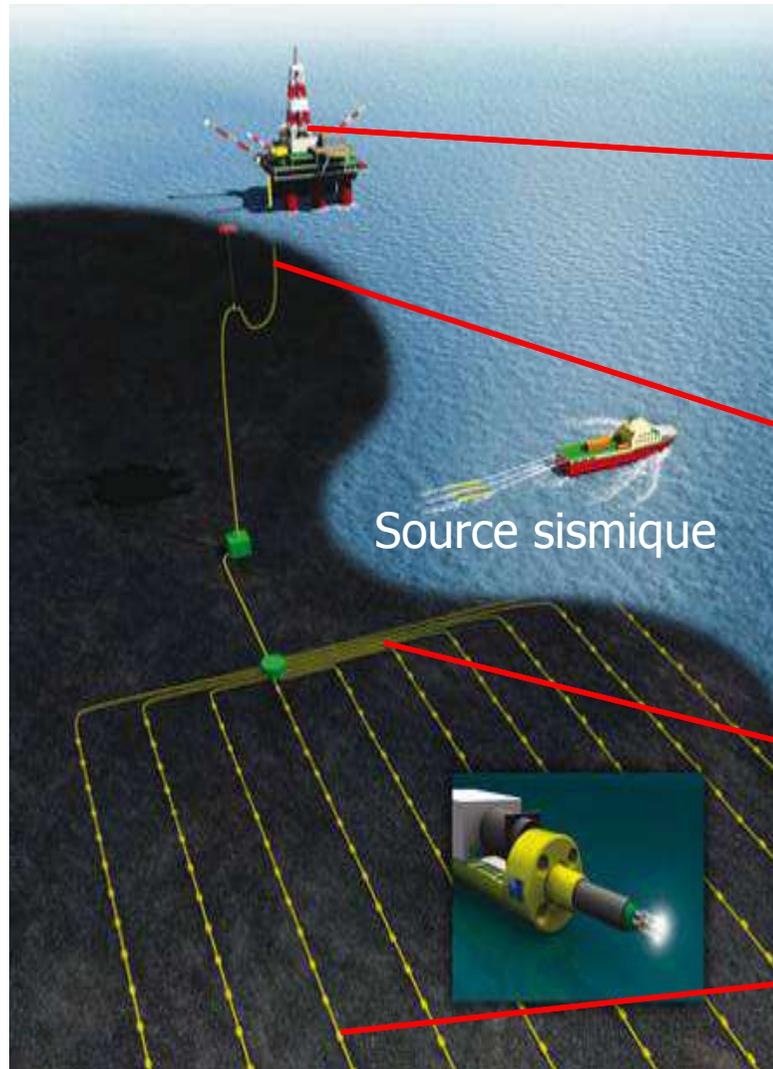
APPLICATION OIL & GAS

Connexion de plateformes: Schéma de principe



APPLICATION OIL & GAS

PERMANENT RESERVOIR MONITORING : Schéma de principe



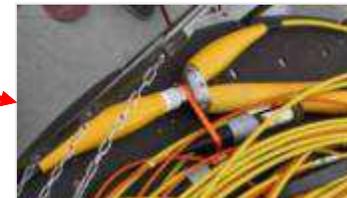
Instrument



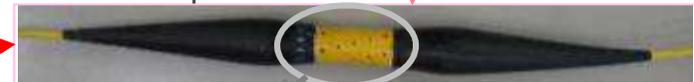
Riser



Tronc et unité de branchement



Câble sismique

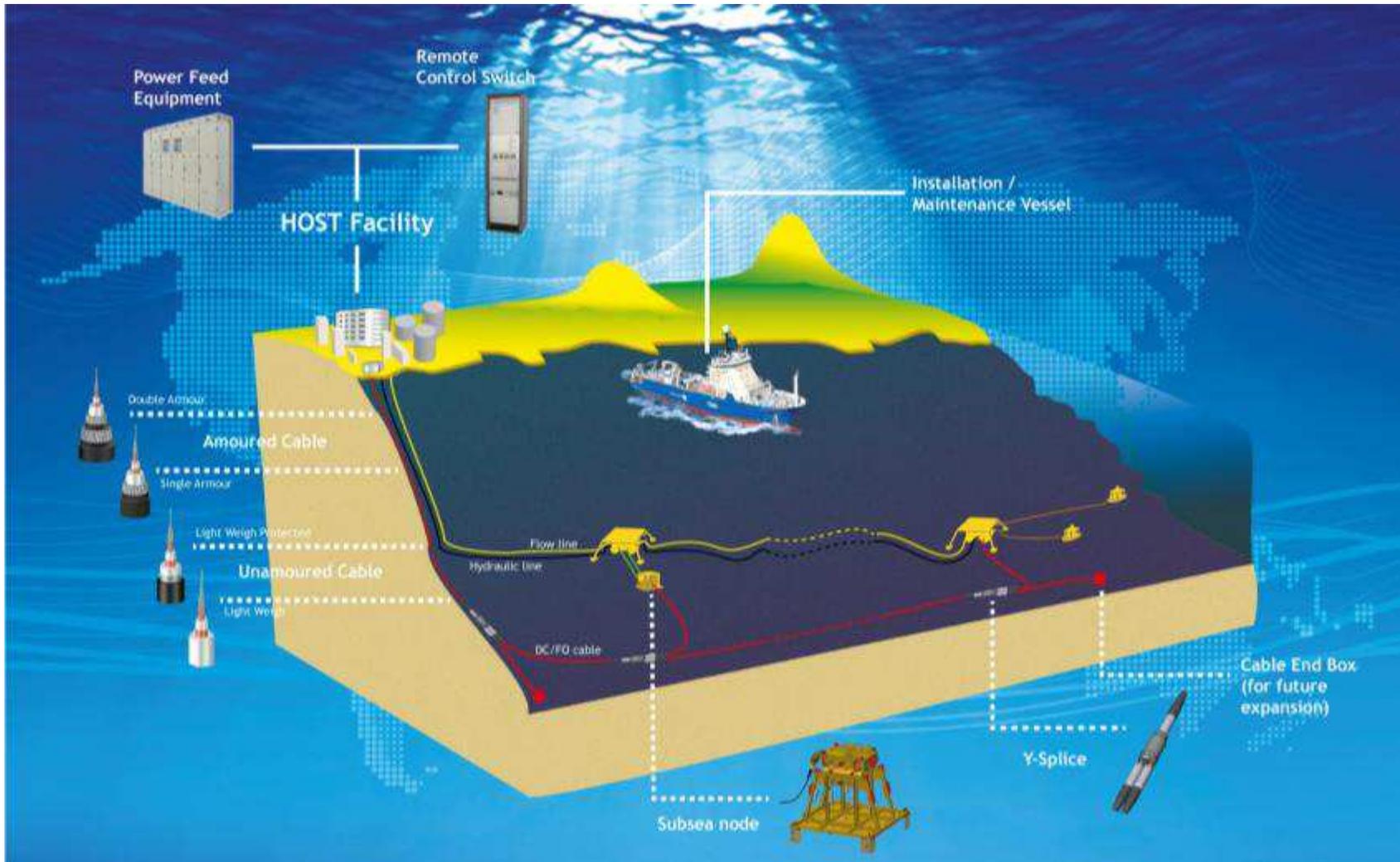


Station optique

Les systèmes de PRM permettent de donner une image précise de l'évolution du réservoir de pétrole et de son évolution au cours du temps. Cela permet d'adapter les modèles et de planifier le forage le but ultime étant de récupérer d'avantage d'hydrocarbure

APPLICATION OIL & GAS

Infrastructure de contrôle sous-marine (DC/FO): Schéma de principe



AGENDA

Quelques
éléments sur le
marché

L'architecture des
réseaux sous-marin

Technologie &
produits

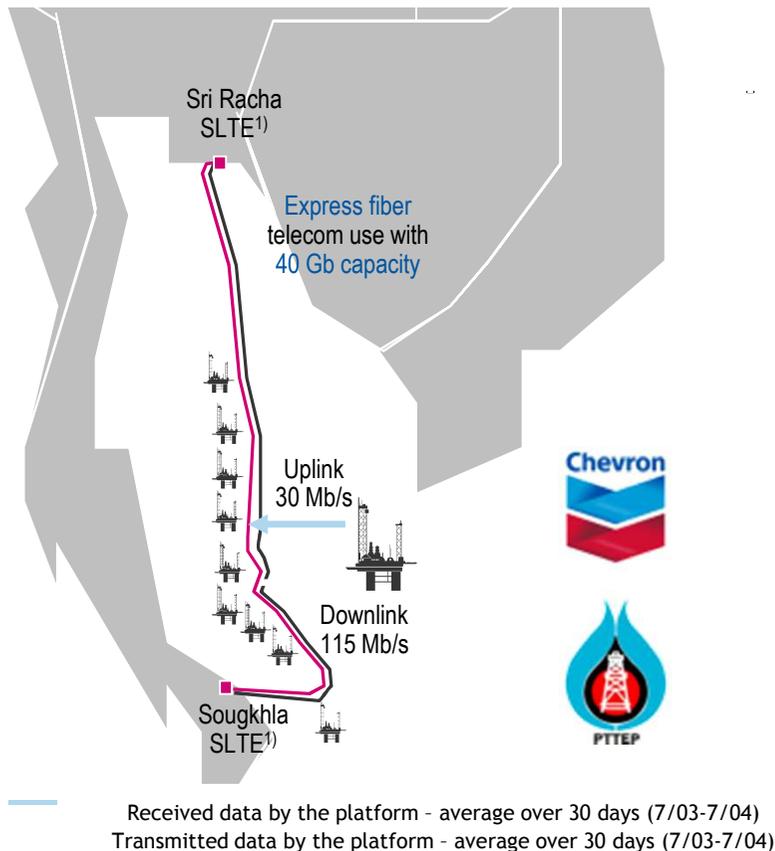
Installation et
maintenance

Diversification vers
l'Oil&Gas

Exemples de
Projets O&G

QUELQUES RÉFÉRENCES PROJETS O&G (1/3)

SYSTÈME CAT SN EN THAÏLANDE, CONNEXION DE PLATEFORMES CHEVRON ET PTTEP À LA FIBRE



- Système répété raccordant 11 plateformes à la fibre optique
- Système clé en main livré par ASN:
 - Fabrication et installation de 1,275 km de câble
 - Connexion du câble aux plateformes fixes au travers de J-tubes
 - Fabrication et installation des équipements de transmission (SLTE) sur les plateformes et les stations à terre
 - Recette du système global

Project signé en Août 2011 and livré en Mai 2013

"Fiber optic connection helps us make timely and well-informed decisions wherever the location. Our offshore Gulf of Thailand teams can now communicate and exchange data at speeds comparable to onshore facilities."

Chevron Thailand CEO (co-project leader with PTTEP)



QUELQUES RÉFÉRENCES PROJECTS O&G (2/3)

GBOOC pour ExxonMobil Canada

Système répété raccordant 2 plateformes à la fibre (une première pour ExxonMobil)

Système clé en main livré par ASN:

- Fabrication et installation de 720 km de câble
- Connexion du câble aux plateformes fixes au travers de J-tubes ou de connecteur sous-marin (UTA)
- Fabrication et installation des équipements de transmission (SLTE) sur les plateformes et les stations à terre
- Recette du système global

Project signé en 2015, avec une installation terminée en Octobre 2016

North West Cable System pour Shell & INPEX Australie

Système répété de 2,000 km entre Darwin and Port Hedland qui fournira un accès haut débit aux plateformes Ichtyos (INPEX) et Prelude (Schell) pour la durée de vie prévue des opérations de production

Système clé en main livré par ASN

Project signé en Mai 2014, installation terminée en Août 2016



QUELQUES RÉFÉRENCES PROJECTS O&G (3/3)

EKOFISK LOFS, UN SYSTÈME PRM POUR CONOCOPHILIPS



- Contrat signé en 2009 pour la fourniture de 200km de câbles sismiques (comprenant 2000 stations équipées de capteurs et les équipement de mesure nécessaires sur la plateforme)
- Installation terminée en Octobre 2010
- 9 campagnes d'acquisition réalisées à ce jour
- NRMS (répétabilité) < 5%



Vue du système PRM installé sur EKOFISK (superposée à une carte de paris)

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

QUESTIONS ?

Eric Bouvart / Marc Génot

Novembre 2016